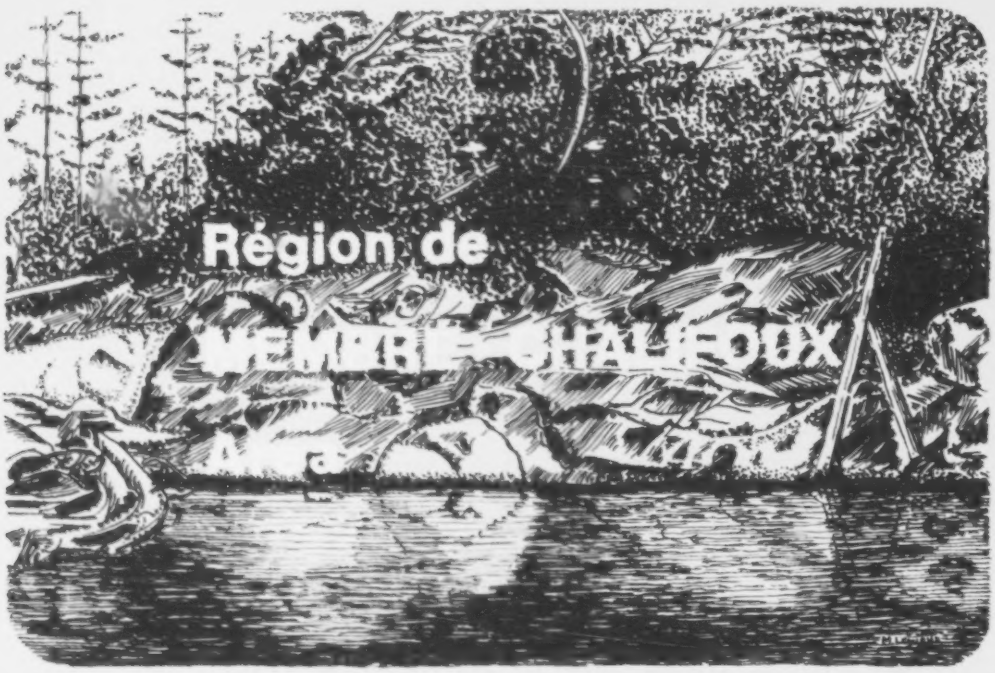
MINISTÈRE
DES RICHESSES
NATURELLES
DIRECTION GÉNÉRALE
DES MINES

SERVICE DE L'EXPLORATION GÉOLOGIQUE
GEOLOGICAL EXPLORATION SERVICE




RAPPORT GÉOLOGIQUE
GEOLOGICAL REPORT -175

J.-Y. CHAGNON

1976

COUVERTURE:

Blocs d'amphibolite dans une pegmatite sur la rive sud-est du réservoir Dozois.

---

*COVER:*

*Amphibolite block in a pegmatite on the southeast shore of Dozois reservoir.*

105-04657/

MINISTÈRE
DES RICHESSES
NATURELLES
DIRECTION GÉNÉRALE
DES MINES

SERVICE DE L'EXPLORATION GEOLOGIQUE
GEOLOGICAL EXPLORATION SERVICE

# Région de MEMBRÉ - CHALIFOUX Area

MAR 27 1978
REGISTRE

RAPPORT GÉOLOGIQUE
GEOLOGICAL REPORT -175

J.-Y. CHAGNON

1976

# TABLE DES MATIERES/ TABLE OF CONTENTS

## INTRODUCTION/ INTRODUCTION


Page

Situation de la région/ *Location of the map-area* ..... 1
Moyens d'accès/ *Access* ..... 3
Travaux sur le terrain/ *Field work* ..... 3
Travaux en laboratoire /*Laboratory work* ..... 4
Remerciements /*Acknowledgements* ..... 5
Travaux antérieurs /*Previous work* ..... 6
Ressources / *Resources* ..... 6
Physiographie /*Physiography* ..... 7
Topographie / *Topography* ..... 7
Drainage / *Drainage* ..... 9


## GEOLOGIE/ GEOLOGY


Géologie régionale / *Regional geology* ..... 11
Geologie générale / *General geology* ..... 12
Roches à pyroxène / *Pyroxene-bearing rocks* ..... 15
Métagabbro /*Metagabbro* ..... 18
Gneiss à pyroxène et plagioclase /*Pyroxene-plagioclase gneiss* ..... 23
Origine /*Origin* ..... 26
Paragneiss / *Paragneiss* ..... 29
Gneiss à biotite / *Biotite gneiss* ..... 30
Gneiss à biotite grenatifère / *Garnetiferous biotite gneiss* ..... 33
Gneiss à biotite, grenat et sillimanite /*Biotite-garnet-sillimanite gneiss* ..... 35
Migmatites / *Migmatites* ..... 36
Structures/ *Structures* ..... 39
Métamorphisme / *Metamorphism* ..... 40
Relations stratigraphiques / *Stratigraphic relationships* ..... 41
Age et corrélation / *Age and correlation* ..... 42
Origine des gneiss à biotite / *Origin of the biotite gneisses* ..... 43
Schiste à biotite / *Biotite schist* ..... 43
Orthogneiss / *Orthogneiss* ..... 45
Gneiss granitique rose / *Pink granitic gneiss* ..... 46
Gneiss granitique gris / *Grey granitic gneiss* ..... 47
Origine / *Origin* ..... 50
Andésite transformée en amphibolite / *Andesite converted into amphibolite* ..... 51
Amphibolites /*amphibolites* ..... 54
Pétrographie /*Petrography* ..... 54
Origine / *Origin* ..... 58
Pyroxénite - Péridotite / *Pyroxenite - Peridotite* ..... 59
Distribution /*Distribution* ..... 59
Pétrographie / *Petrography* ..... 60
Granite à muscovite et/ou à biotite/ *Muscovite and /or biotite granite* .. 64
Pétrographie / *Petrography* ..... 65
Origine /*Origin* ..... 67
Pegmatite /*Pegmatite* ..... 68
Gneiss oeillé, brèche, mylonite / *Augen gneiss, breccia, mylonite* ..... 72
Pétrographie / *Petrography* ..... 73
Origine / *Origin* ..... 74
Diabase - métadiabase / *Diabase - metadiabase* ..... 75
Gabbro porphyrique / *Porphyritic gabbro* ..... 78

Page

Pléistocène et Récent / *Pleistocene and Recent* ..... 80
Observations dans les régions adjacentes/ *Observations in the adjacent map-areas* ..... 82
Roches vertes / *Green-rocks* ..... 83
Tectonique / *Structural geology* ..... 84
Foliations et linéations / *Foliations and lineations* ..... 84
Plis / *Folds* ..... 85
Failles / *Faults* ..... 86
Zones de cisaillement / *Shear zones* ..... 89
Diaclases / *Joints* ..... 89
Tectonique régionale / *Regional structure* ..... 89
Importance des failles dans la géologie régionale / *Importance of faults in the regional geology* ..... 90
Métamorphisme / *Metamorphism* ..... 92
Front de Grenville / *Grenville front* ..... 95
Géologie économique / *Economic geology* ..... 96
Magnétite / *Magnetite* ..... 97
Nickel, cuivre, zinc, manganèse /*Nickel, copper, zinc, manganese* ..... 98
Sable et gravier /*Sand and gravel* ..... 98
Prospection géochimique - travaux et résultats / *Geochemical prospecting work and results* ..... 98
Bibliographie / *Bibliography* ..... 100

## TABLEAUX / TABLE

1- Sommaire des formations / *Summary of formations* ..... 14
2- Analyses modales de métagabbro à augite / *Modal analyses of augite metagabbro* .. 19
3- Analyses modales de métagabbro à hypersthène / *Modal analyses of hypersthene metagabbro* 19
4- Analyses modales du gneiss à pyroxène et plagioclase / *Modal analyses of pyroxene - plagioclase gneiss* ..... 26
5- Analyses modales de gneiss à biotite / *Modal analyses of biotite gneiss* ..... 33
6- Analyses modales de gneiss à biotite grenatifère / *Modal analyses of garnetiferous biotite gneiss* ..... 35
7- Analyses modales du gneiss à biotite, grenat et sillimanite / *Modal analyses of biotite-garnet-sillimanite gneiss* ..... 36
8- Analyses modales d'orthogneiss / *Modal analyses of orthogneiss* ..... 50
9- Analyses modales d'amphibolites / *Modal analyses of amphibolites* ..... 58
10- Analyses modales de roches ultrabasiques / *Modal analyses of ultrabasic rocks* 61
11- Analyses modales de granite / *Modal analyses of granite* ..... 67
12- Analyses modales de métadiabase / *Modal analyses of metadiabase* ..... 78
13- Analyse modale de gabbro porphyrique / *Modal analyses of porphyritic gabbro* ..... 79
14- Analyses modales de roches provenant des régions avoisinantes/ *Modal analyses of rocks from neighbouring map-areas* ..... 83

## ILLUSTRATIONS / ILLUSTRATIONS

CARTE / MAP

No 1841 - Région de Membré-Chalifoux / *Membré-Chalifoux area*

FIGURES / FIGURES

Page

1- Localisation de la région cartographiée / *Location of the map-area* ... 2
2- Profil de crêtes allongées typiques / *Profile of typical elongated crests* ... 13
3- Lac Anwatan - zone de faille / *Anwatan lake - fault zone* ... 13
4- Plagioclase montrant des macles distinctes / *Plagioclase showing distinct twins* ... 21
5- Extinction zonée du plagioclase dans le métagabbro / *Zoned extinction of plagioclase in metagabbro* ... 21
6- Propriétés optiques et composition chimique des pyroxènes orthorhombiques / *Optical properties and chemical composition of the orthorhombic pyroxenes* ... 22
7- Gneiss à pyroxène et plagioclase et gneiss à biotite/ *Pyroxene - plagioclase gneiss and biotite gneiss* ... 25
8- Gneiss à plagioclase, hypersthène, biotite et grenat / *Plagioclase - hypersthene - biotite - garnet gneiss* ... 25
9- Gneiss à biotite avec intercalations de pegmatite et de matériel granitique / *Biotite gneiss with intercalations of pegmatite and granitic material* ... 29
10- Gneiss à biotite sur la rive sud du lac Anwatan/ *Biotite gneiss on the south shore of Anwatan lake* ... 30
11- Gneiss à biotite avec pegmatite et gneiss granitique / *Biotite gneiss with pegmatite and granitic gneiss* ... 31
12- Gneiss à biotite et grenat / *Biotite - garnet gneiss* ... 34
13- Gneiss à biotite injecté de pegmatite et de matériel granitique / *Injected biotite gneiss of pegmatite and granitic material* ... 37
14- Gneiss à biotite injecté / *Injected biotite gneiss* ... 37
15- Plis ptygmatiques dans le gneiss à biotite / *Ptygmatic folds in biotite gneiss* ... 38
16- Gneiss à biotite / *Biotite gneiss* ... 38
17- Gneiss à biotite contenant une forte quantité de matériel granitique/ *Biotite gneiss containing a large amount of granitic material* ... 48
18- Bloc d'amphibolite dans le gneiss granitique / *Amphibolite block in granitic gneiss* ... 53
19- Gneiss à biotite et amphibolite / *Biotite gneiss and amphibolite* ... 55
20- Gneiss à biotite et amphibolite gneissique / *Biotite gneiss and gneissic amphibolite* ... 55
21- Blocs d'amphibolite dans une pegmatite / *Amphibolite blocks in pegmatite* ... 56
22- Péridotite / *Peridotite* ... 63
23- Gneiss à hypersthène, plagioclase et hornblende / *Hypersthene - plagioclase - hornblende gneiss* ... 70
24- Gneiss à biotite avec lentilles de pegmatite / *Biotite gneiss with pegmatite lenses* ... 70
25- Gneiss à biotite et pegmatite / *Biotite gneiss and pegmatite* ... 71
26- Gneiss oeillé / *Augen gneiss* ... 72
27- Métadiabase / *Metadiabase* ... 76
28- Route sur l'esker au sud du Barrage Bourque / *Road on the esker located south of Bourque dam* ... 81
29- Matériel hétérogène au sommet de l'esker au sud du Barrage Bourque / *Heterogeneous material at the top of the esker located south of Bourque dam* ... 81

Page

30- Projections stéréographiques des pôles de la structure gneissique et des linéations / *Stereographic projection of poles to gneissic structure and of lineations* ..... 87

31- Distribution des anomalies géochimiques / *Distribution of geochemical anomalies* ..... 99

# INTRODUCTION / INTRODUCTION

Nous avons procédé au cours de la saison estivale de 1964 au levé géologique à l'échelle de 1:31 680 de la région de Membré-Chalifoux. Cette région, d'une superficie de 230 $mi^2$, est limitée par les latitudes $47^{o}25'$ et $47^{o}45'$ et les longitudes $77^{o}15'$ et $77^{o}30'$.

La région de Membré-Chalifoux est située dans la province structurale de Grenville, près de la zone du front de Grenville qui sépare la province de Supérieur et la province de Grenville.

La mise en carte de cette région a été effectuée afin de contribuer à l'élucidation de la nature des relations entre les provinces de Grenville et de Supérieur.

During the summer of 1964, the geological mapping of the Membré-Chalifoux area at the scale of 1:31 680 was carried out. The map-area encompasses 230 $mi^2$, and is bounded by latitudes $47^{o}25'$ and $47^{o}45'$, and longitudes $77^{o}15'$ and $77^{o}30'$.

The Membré-Chalifoux area lies within the Grenville structural Province, near the Grenville Front zone, which separates the Superior and Grenville Provinces.

The mapping of this area is a contribution to the clarification of the relationships between the Grenville and Superior Provinces.

## SITUATION DE LA REGION

La région de Membré-Chalifoux (figure 1) est entièrement située dans le parc provincial de la Vérendrye; elle comprend des parties des cantons de Membré, Chalifoux, Fréville, Lajoie

## LOCATION OF THE MAP-AREA

The Membré-Chalifoux map-area (Figure 1) lies entirely within La Vérendrye provincial park, and comprises parts of the townships of Membré, Chalifoux, Fréville, Lajoie and Hamon townships in

---

* Translated from the French.

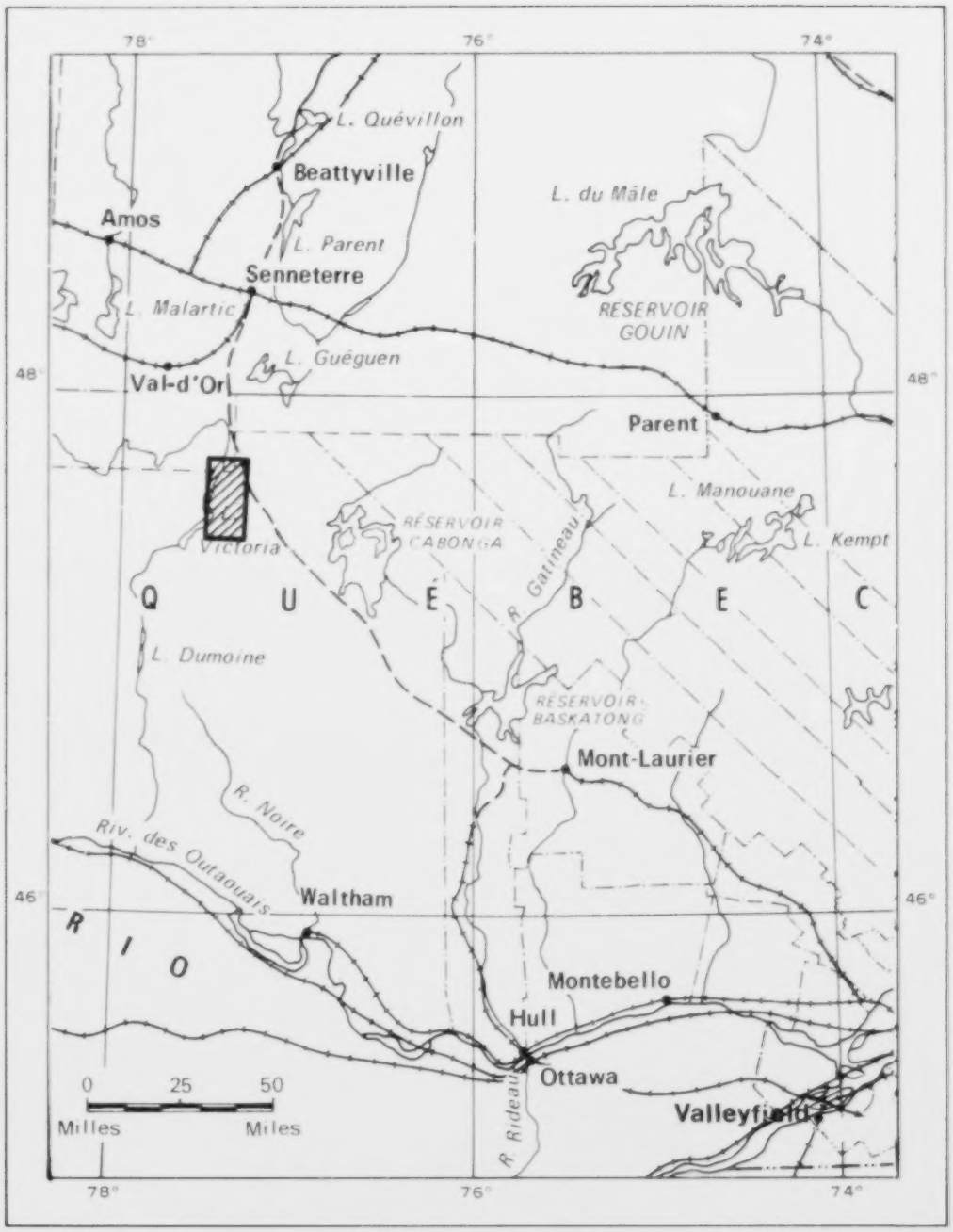



FIGURE 1 - Localisation de la région cartographiée / *Location of the map area.*

et Hamon dans le district électoral de Gatineau et une partie du canton de Granet dans le district électoral d'Abitibi-Est. Le centre de la région se situe à environ 60 milles au sud-est de Val-d'Or.

electoral district of Gatineau and a part of Granet township in electoral district of Abitibi-Est. The centre of the area is about 60 miles southeast of Val-d'Or.

## MOYENS D'ACCES

La région est facile d'accès. La route 117 (Mont-Laurier - Val-d'Or) traverse en diagonale le secteur nord-est de la région. Une route secondaire, reliée à la route 117, se rend au lac Transparent via le barrage Bourque et permet ainsi d'atteindre le centre de la région. Un chemin d'exploitation forestière, relié à la route 117 et propriété de la Canadian International Paper Co., recoupe l'angle nord-ouest de la région et donne accès à la rive ouest du Grand lac Victoria. Deux autres chemins d'exploitation forestière permettent l'accès à la rive est du Grand lac Victoria en deux points, soit à la baie Kawastaguta au nord et à l'embouchure de la rivière des Outaouais au sud.

Un vaste réseau de lacs facilite l'accès à toutes les parties de la région. Les chutes et les rapides sont peu nombreux et sont facilement contournés au moyen de portages bien entretenus. Du barrage Bourque, on peut atteindre le Grand lac Victoria par voie d'eau canotable. Un court portage est toutefois nécessaire à l'extrémité nord de la rivière des Outaouais.

## ACCESS

The map-area is easily accessible. Highway 117 (Mont-Laurier - Val-d'Or) passes diagonally across the northeastern sector of the area. A secondary road connected to highway 117 goes to Transparent lake via the Bourque dam, and thus allows access to the centre of the region. A lumber road belonging to Canadian International Paper Co. is connected to highway 117 and crosses the northwest corner of the area. This road provides access to the western shore of Grand lac Victoria. Two other lumber roads give access to the east shore of Grand lac Victoria at two points: at Kawastaguta bay in the north, and at the mouth of the Outaouais river in the south.

A vast network of lakes makes access to all parts of the map-area easy. Rapids and waterfalls are few, and are easily bypassed by means of well-kept portages. From the Bourque dam, one can reach Grand lac Victoria by canoeable water-routes. However, a short portage is necessary at the northern extremity of the Outaouais river.

## TRAVAUX SUR LE TERRAIN

Nous avons accompli le relevé des formations géologiques de la région par des cheminements systématiques au

## FIELD WORK

The geological survey of the map-area was carried out by pace and compass traverses at regular half-mile intervals,

podomètre et à la boussole, à intervalles réguliers d'un demi-mille, sauf pour quelques cas exceptionnels. Nous avons aussi examiné tous les affleurements situés le long des routes et des rives des lacs et des rivières.

Des cartes de base et des photographies aériennes à l'échelle de 1:31 680 nous ont permis de projeter les affleurements et les cheminements avec précision.

Les affleurements sont peu nombreux à cause de l'épaisse couverture végétale et de l'étendue des dépôts glaciaires. On les trouve surtout sur les flancs escarpés des collines, le long des cours d'eau et en bordure des routes.

Un total de 342 échantillons de roches ont été recueillis et, de ceux-ci, nous avons obtenu 102 lames minces pour étude au microscope.

except for a few exceptional cases. All outcrops located along roads and the shores of lakes and rivers were also examined.

Base maps and aerial photographs at the scale of 1:31 680 facilitated the accurate plotting of outcrops and traverses.

Outcrops are few because of a thick cover of vegetation and extensive glacial deposits. Outcrops are found particularly on steep hillsides, along watercourses, and bordering roadways.

A total of 342 representative rock samples were collected, and 102 of these were thin sectioned for microscope study.

## TRAVAUX EN LABORATOIRE

Chacune des lames minces à fait l'objet d'une étude pétrographique. Afin de déterminer quantitativement les proportions exactes des minéraux, 54 analyses modales ont été faites à l'aide du compteur de points. Pour faciliter l'identification des feldspaths, nous avons coloré 43 lames minces au cobaltinitrite de sodium et à l'éosin B.

Les indices de réfraction de 41 plagioclases, 3 amphiboles, 3 pyroxènes, 6 grenats et d'un échantillon de sillimanite ont été déterminés par la méthode d'immersion dans des huiles d'indices connus.

## LABORATORY WORK

Each of the thin-sections was studied petrographically. In order to determine the mineral proportions quantitatively, 54 modal analyses were performed with a point counter. To assist in the identification of the feldspars, 43 thin sections were stained with sodium cobaltinitrite and with eosin B.

The refractive indices of 41 plagioclases, 3 amphiboles, 3 pyroxenes, 6 garnets, and 1 sillimanite were determined by the method of immersion in oils of known index.

Les propriétés optiques de quelques pyroxènes et amphiboles ont été mesurées à l'aide de la platine universelle et ces mesures, associées aux indices de réfraction, nous ont permis de déterminer la composition chimique approximative de ces minéraux.

Nous avons préparé des projections stéréographiques des éléments structuraux; ces projections sont présentées dans la section traitant de la tectonique (page 87).

The optical properties of some pyroxenes and amphiboles were determined using a universal stage, and these measurements together with the indices of refraction allowed the approximate chemical compositions of these minerals to be determined.

Stereographic projections of structural elements were prepared; these projections are presented in the section dealing with the structural geology (page 87).

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier messieurs R. Ball, assistant-chef, A. Carrier, F. Durnhofer et R.Chouinard, assistants-étudiants, R. Drouin, homme de canot, et V. Hamelin, cuisinier, pour leur assistance au cours des travaux sur le terrain. Tous se sont acquittés de leurs tâches respectives de façon satisfaisante.

Nous sommes heureux d'exprimer notre gratitude à M. et Mme P. Chouinard, gardiens au barrage Bourque et employés de l'Hydro-Québec, pour les innombrables services qu'ils nous ont rendus tout au cours de l'été. Nous devons aussi signaler l'aide des représentants de la Canadian International Paper Co., du personnel courtois de la Lower Ottawa Forest Protective Association Ltd. et des fonctionnaires préposés à l'entretien du parc de la Vérendrye.

ACKNOWLEDGEMENTS

For their help during the course of the field work, I would like to thank Messrs. R. Ball, assistant chief; A. Carrier, F. Durnhofer and R. Chouinard, student assistants; R. Drouin, canoeman; and V. Hamelin, cook. All performed their tasks satisfactorily.

I am happy to express my gratitude to M. and Mme P. Chouinard, guards at the Bourque dam and employees of Hydro-Québec, for the innumerable services they rendered us during the course of the summer. I should also acknowledge the help of the representatives of the Canadian International Paper Co., the courteous staff of the Lower Ottawa Forest Protective Association Ltd., and the civil servants responsible for the upkeep of La Vérendrye Park.

## TRAVAUX ANTERIEURS

Gillies (1952) dans un rapport sur les formations de la région de la rivière Canimiti, adjacente à la nôtre, donne un excellent résumé des travaux exécutés antérieurement dans la région. Nous ne mentionnons donc ici que les noms des géologues et explorateurs ayant exécuté des travaux de cartographie; R. Bell (1889, 1896), M.E. Wilson (1919), L.V. Bell (1933), J.A. Retty (1934), B.T. Denis (1935), G.K. Lowther (1935), Aubert de la Rüe (1941), G.W.H. Norman et K.R. Dawson (1947), G.W.H. Norman et M. Tiphane (1947), M. Tiphane et K.R. Dawson (1950), et W.G. Wahl et F.F. Osborne (1950). A ces travaux s'ajoutent ceux de Laurin (1958, 1959), qui a cartographié les roches métamorphiques des régions de Beaumouchel-Houdet et de Gaillard-Lorrain, au sud-est de la région cartographiée.

## PREVIOUS WORK

Gillies (1952), in his report on the rocks of the Canimiti River map-area, adjacent to the present area, gives an excellent summary of the work carried out previously in the region. Only the names of geologists and explorers who mapped will be mentioned here: R. Bell (1889, 1896), M.E. Wilson (1919), L.V. Bell (1933), J.A. Retty (1934), B.T. Denis (1935), G.K. Lowther (1935), Aubert de la Rüe (1941), G.W.H. Norman and K.R. Dawson (1947), G.W.H. Norman and M. Tiphane (1947), M. Thiphane and K.R. Dawson (1950), and W.G. Wahl and F.F. Osborne (1950). To these works are added those of Laurin (1958, 1959), who mapped the metamorphic rocks in the Beaumouchel-Houdet and Gaillard-Lorrain areas, to the southeast of the present map-area.

## RESSOURCES

Les ressources de la région de Membré-Chalifoux ne sont que très peu développées. L'exploitation forestière y a été faite de façon sporadique, principalement dans les régions faciles d'accès. La région contient de grands boisés d'épinettes et des étendues moindres de pins blanc, rouge et gris. Les parties élevées de la région sont fréquemment couvertes de bouleau blanc, de merisier, d'érable et de peuplier. L'aulne et l'amélanchier à feuille d'aulne sont fréquents dans les marécages et près des ruisseaux.

Les grands lacs contiennent beaucoup de poissons, tels le brochet,

## RESOURCES

The resources of the Membré-Chalifoux area have been little developed. Forests have been exploited sporadically, mainly in areas of easy access. The area contains large stands of spruce and lesser stands of white, red, and grey pine. The high parts of the area are commonly covered with white birch, wild cherry, maple, and poplar. Alder and service berry are common in swamps and near streams.

The large lakes contain many fish, such as pike, pickerel, and sturgeon.

le doré et l'esturgeon. Le lac Transparent est renommé pour sa truite grise, mais elle ne semble pas y être abondante. Les orignaux sont nombreux et quelques chevreuils ont été observés. Des ours ont été vus à quelques reprises, mais ils sont peu abondants. Les perdrix sont nombreuses. Quelques animaux à fourrure (castor, loutre etc.) ont été vus mais ils sont peu communs.

Transparent lake is well-known for its grey trout, although they do not seem to be abundant. Moose are plentiful, and some deer are also present. Bears were observed on occasion, but they are not abundant. Partridge are commonplace. Some fur-bearing animals were sighted (beaver, otter, etc.), but they are not common.

Le climat de la région est rigoureux. De fortes gelées estivales sont rapportées, ce qui limite particulièrement les possibilités agricoles de la région.

The region has a severe climate. Deep summer frosts have been recorded, a fact that limits the agricultural possibilities of the area.

La région fait partie du bassin hydrographique du fleuve Saint-Laurent. Les eaux du réservoir Dozois se déversent dans le Grand lac Victoria par la rivière des Outaouais.

The map-area forms a part of the hydrographical basin of the Saint-Laurent river. The water in the Dozois reservoir flows into Grand lac Victoria via the Outaouais river.

## PHYSIOGRAPHIE

## PHYSIOGRAPHY

### TOPOGRAPHIE

La topographie de la région de Membré-Chalifoux est à l'image de celle de plusieurs parties du Bouclier canadien. Le relief local moyen est d'environ 200 pieds mais il varie énormément selon la nature des roches sous-jacentes. Le sommet des collines est à la même élévation dans toute la région et représente la pénéplaine laurentienne ou ce qui en reste. A l'est du lac Anwatan, l'altitude est de 1500 pieds au dessus du niveau de la mer, alors que le point le plus bas, soit 1065 pieds (niveau moyen), est localisé au Grand lac Victoria. Le modelé est accentué dans la partie est

### TOPOGRAPHY

The topography of the Membré-Chalifoux map-area is identical to that of many parts of the Canadian Shield. The average local relief is about 200 feet, but varies enormously according to the nature of the subjacent rocks. The tops of the hills are at almost the same elevation over the whole map-area, and represent the Laurentian peneplane, or what remains of it. East of Anwatan lake the altitude is 1500 feet above sea level, while the lowest point in the map-area, at 1065 feet (average level), is located at Grand lac Victoria. The relief is pronounced in the east part of the area

de la région (est du lac Anwatan) alors qu'il est faible à l'ouest. A l'ouest du Grand lac Victoria, la région est presque plane.

La forme allongée des collines reflète la disposition structurale des unités lithologiques. La direction de la structure gneissique est généralement parallèle à celle des collines, soit nord-nord-est. Cet alignement correspond aussi à celui de nombreux cours d'eau. Plusieurs collines ont des falaises escarpées qui font face à l'ouest ou au nord. Ces escarpements reflètent fréquemment la présence de failles ou de diaclases. La pente opposée de ces collines est, au contraire, moins raide et on n'y observe que quelques affleurements rocheux. Au sud-est du barrage Bourque, à proximité du lac Saint-Lô, on trouve des terrains bas et marécageux. Il est remarquable qu'à proximité de ces marécages le pendage des gneiss à biotite est très faible.

Les éléments physiographiques linéaires, tels que le Grand lac Victoria, le lac Anwatan, la rivière des Outaouais et le ruisseau Saint-Lô, reflètent l'existence de failles et ceci est vérifié par plusieurs autres indices. Dans le cas du lac Anwatan, la direction de l'élongation du lac est aussi celle de la structure gneissique des formations avoisinantes.

Wilson (1919) mentionne que les éléments linéaires résultent de cassures qui se sont produites après le Silurien et avant le Pléistocène. Wilson (1956) ajoute que ces cassures peuvent être rattachées aux intrusions gabbroïques de la fin du Précambrien. Ce problème sera discuté ultérieurement dans la section traitant de la tectonique.

(east of Anwatan lake), but in the west, it is subdued. West of Grand lac Victoria, the area is nearly flat.

The elongated form of the hills reflects the structure of the lithological units. The strike of the gneissic layering is generally parallel to the elongation direction of the hills, that is, north-northeast. Numerous streams have a similar orientation. Several hills have scarp-faces along their west or north sides. The escarpments commonly reflect the presence of faults or joints. On the other hand, the opposite sides of these hills are less steep, and little rock is exposed. The low country southeast of the Bourque dam, near Saint-Lô lake, is devoid of relief and is swampy. It is notable that near these swamps the dip of the biotite gneisses is very shallow.

The linear physiographic elements, such as Grand lac Victoria, Anwatan lake, Outaouais river, and Saint-Lô creek, reflect the existence of faults, a conclusion that is supported by several other observations. In the case of Anwatan lake, the elongation direction of the lake is parallel to the gneissic structure in the neighbouring rocks.

Wilson (1919) mentions that the linear elements result from fractures originating after the Silurian and before the Pleistocene. Wilson (1956) adds that these fractures may be related to the intrusion of gabbroic bodies at the end of the Precambrian. This problem will be discussed later on in the section concerning the structural geology.

On a mentionné prédédemment que la nature des roches influence le relief local. Ceci est généralement vrai, mais l'examen de la carte géologique montre que l'on ne peut pas relier une formation à la présence de collines ou de vallées, sauf pour la diabase. Il semble que la structure a une influence plus prononcée que la nature de la roche. De plus, il ne semble pas y avoir de relations entre la nature de la roche et le nombre d'affleurements. Ce dernier fait est plutôt rattaché à la présence de dépôts glaciaires.

Les dépôts glaciaires couvrent une partie importante de la région, notamment à l'est du lac Anwatan, près de la route 117.

DRAINAGE

Les lacs et les rivières de la région appartiennent au bassin hydrographique de la rivière des Outaouais et s'écoulent vers le sud-ouest.

Une grande partie de la région de Membré-Chalifoux est occupée par des lacs, dont plusieurs sont de forme allongée et semblent occuper des vallées peu profondes. Les rives des lacs sont formées à quelques endroits de sable et de gravier, notamment au Grand lac Victoria. Mais, en général, elles sont formées par la roche de fond, quoique à certains endroits des terrains tourbeux avancent jusqu'au bord de l'eau.

A quelques endroits, le sable des plages est rouge et se compose principalement de grenats. En général, le sable est constitué d'un mélange de feldspath et de quartz.

It was mentioned previously that the nature of the rocks influences the local relief. This conclusion is generally true, but examination of the geological map shows that it is not possible to correlate a rock type, with the exception of diabase, with the presence of hills or valleys. It appears that structure has a more pronounced influence than rock type. Moreover, there appears to be no relationship between the rock type and the number of outcrops. Rather, outcrop abundance is related to the presence of glacial deposits.

Glacial deposits cover a considerable part of the map-area, notable east of Anwatan lake near highway 117.

DRAINAGE

Lakes and rivers in the map-area belong to the hydrographic basin of the Outaouais river, and flow towards the southwest.

A large part of the Membré-Chalifoux map-area is occupied by lakes, several of which have an elongated shape and lie in shallow valleys. Lakeshores locally reveal deposits of sand and gravel, particularly at Grand lac Victoria. Most commonly, lakes are rimmed by bedrock, although in some places, muskeg advances right to the water's edge.

In a few places, beach sand is red and consists principally of garnets. In general, however, the sand is a mixture of feldspar and quartz grains.

Les ruisseaux et rivières occupent des vallées rectilignes. La rivière des Outaouais occupe une dépression aux parois abruptes par endroits, basses et à pente légère à d'autres endroits. Le courant y est généralement lent mais il est rapide en plusieurs endroits.

Le réseau de drainage est dendritique avec une faible hiérarchisation. Il est toutefois rectangulaire dans l'angle nord-ouest de la région, ce qui témoigne de son contrôle par la structure des formations rocheuses. Le tracé du réseau de drainage est conséquent et superposé, l'écoulement étant en général sur des débris glaciaires, mais atteignant la roche de fond à plusieurs endroits. Les rapides, chutes, gorges et eaux vives sont typiques des cours d'eau de la région et indiquent que les rivières sont en voie d'évolution.

Creeks and rivers occupy rectilinear valleys. The Outaouais river lies in a depression with walls that are in places steep and in other places low and gently sloping. The current is generally slow, but is rapid in several places.

The drainage system is dendritic with a weak hierarchy. It is rectangular, however, in the northwest corner of the map-area, where control by the bedrock structure is important. The pattern of the drainage system is consequent and superimposed, the flow being generally on top of the glacial debris, but reaching bedrock in several places. Rapids, falls, gorges, and fast water are typical of the water courses in the map-area, and indicate that the rivers are in a state of evolution.

## GEOLOGIE / GEOLOGY

La région de Membré-Chalifoux est située à proximité de la zone de transition du front de Grenville qui sépare les paragneiss de la province de Grenville et les roches volcaniques et sédimentaires de la province de Supérieur. Les terrains adjacents à l'est et au sud-est de la région appartiennent à la province de Grenville mais la région au nord se compose de roches de la province de Supérieur. La transition entre les roches des deux provinces est graduelle et la région de Membré-Chalifoux est dans la zone de transition. On y trouve surtout des paragneiss et des orthogneiss mêlés à des intrusions de matériel basique. La forte intensité du métamorphisme a oblitéré ou modifié les structures primaires

The Membré-Chalifoux map-area is situated near the Grenville Front transition zone which separates the paragneisses of the Grenville Province from the volcanic and sedimentary rocks of the Superior Province. The rocks to the east and southeast of the present area belong to the Grenville Province but the area to the north contains some rocks of the Superior Province. The transition between the rocks of the two provinces is gradual, and the Membré-Chalifoux map-area is within the transition zone. The rocks of the area include paragneisses and orthogneisses which are penetrated by basic intrusions. Very intense metamorphism has obliterated or modified primary structures in the rocks,

des roches et il est difficile d'en reconnaître l'origine.

making it difficult to interpret their origin.

## GEOLOGIE REGIONALE

Lowther (1935) de même que Tiphane et Dawson (1950) ont cartographié les régions adjacentes au nord de notre région et ils ont distingué les roches volcaniques et sédimentaires de la province de Supérieur. La partie sud de ces régions contient des gneiss à biotite et grenat qui se prolongent dans la région sous étude.

Gillies (1952) a mis en carte la région adjacente à l'est et il a observé des gneiss, surtout des paragneiss, et des roches à pyroxène identiques à celles que l'on trouve dans la région de Membré-Chalifoux.

Wahl et Osborne (1950) ont mis en carte la région de Cawatose au sud-est de la région sous étude et ont aussi observé des paragneiss et des orthogneiss. Ils mentionnent la présence d'un affleurement de marbre et de quartzite; ce fait est très important car il atteste la présence de roches typiques de la province de Grenville à cet endroit.

La transition entre les roches, typiques de la province de Grenville, et celles de la province de Supérieur est située entre le centre de la région de Villebon-Denain (Lowther, 1935) et la partie sud de la région de Cawatose (Wahl et Osborne, 1950). Le front de Grenville, qui sépare les deux provinces, est au nord de la zone de transition et sa nature est peu ou mal connue. A certains endroits, le front paraît être graduel et peut correspondre à une atténuation

## REGIONAL GEOLOGY

Lowther (1935) and Tiphane and Dawson (1950) mapped the regions adjacent to the north of the present map-area, and they recognized volcanic and sedimentary rocks of the Superior Province. The southern part of these regions contains garnetiferous biotite gneisses which continue into the present map-area.

Gillies (1952) mapped the adjacent area to the east, and he observed gneisses, particularly paragneisses, and pyroxene-bearing rocks identical to those found in the Membré-Chalifoux map-area.

Wahl and Osborne (1950) mapped the Cawatose area to the southeast of the present area, and they too noted the presence of paragneisses and orthogneisses. They also reported an outcrop of marble and quartzite-an important point, since it attests to the presence of Grenville Province rock-types.

The transition from rocks of the Grenville to those of the Superior Province occurs between the centre of the Villebon-Denain map-area (Lowther, 1935) and the southern part of the Cawatose map-area (Wahl and Osborne, 1950). The Grenville Front, which separates the two provinces, lies to the north of the transition zone, and its nature is little or poorly known. In certain places, the Front appears to be gradual, and is characterized by a decrease in metamorphism

du métamorphisme et à des changements structuraux alors qu'ailleurs il correspond définitivement à une faille majeure. Norman (1940) croit que, dans le secteur du Grand lac Victoria, le front est une faille mais il est établi que, plus à l'ouest, il consiste en une transition métamorphique et structurale. Snelling (1962, p. 18) conclut que: *"Tel que défini par les datations, le contact entre ces deux provinces dans la région du Grand lac Victoria est graduel et a moins que 5 milles de largeur."*

and by structural changes; in other places, however, the front is definitely a major fault. Norman (1940) believes that in the Grand lac Victoria sector the front is a fault, but farther to the west, it is established that the front is a metamorphic and structural transition. Snelling (1962, p. 18) concludes that, *"As defined by age data, the contact between these two provinces in the Grand Lake Victoria region is gradational and is less than 5 miles wide."*

## GEOLOGIE GENERALE

Toutes les roches de notre région sont d'âge précambrien et appartiennent à la province de Grenville. Les roches les plus abondantes et les plus anciennes sont des paragneiss à biotite contenant habituellement du grenat et, par endroits, de la sillimanite. Des pegmatites et des gneiss granitiques sont intimement associés au gneiss à biotite et constituent une partie importante des formations. Des roches à pyroxène-métagabbros et des gneiss à pyroxène et plagioclase sont intercalées dans les gneiss et semblent être concordants. De nombreux filons-couches et dykes de pyroxénite et péridotite affleurent dans la partie sud de la région. Dans l'angle nord-ouest, le granite et la pegmatite sont les roches dominantes. On y trouve des lambeaux de schiste à biotite, semblables au schiste à biotite du groupe de Pontiac, et des enclaves de roches métavolcaniques. Quelques dykes de diabase et de gabbro, de direction nord-nord-est à nord-est, recoupent toutes les formations.

L'orientation générale des structures à l'est du lac Anwatan est de N15°E. Quelques plis antiformes et synformes ont été cartographiés. A

## GENERAL GEOLOGY

All rocks in the map-area are of Precambrian age and belong to the Grenville Province. The most abundant and also the oldest rocks are biotite paragneisses, commonly garnetiferous and in places containing sillimanite. Pegmatites and granitic gneisses, which are intimately associated with the biotite gneiss, constitute an important part of the lithology. Pyroxene-bearing rocks-metagabbros and pyroxene-plagioclase gneisses are intercalated with the gneisses and appear to be concordant with them. Numerous sills and dikes of pyroxenite and peridotite outcrop in the southern part of the map-area. In the northwest corner, granite and pegmatite are the dominant rocks. Within these rocks are sheets of biotite schist, similar to the biotite schist of the Pontiac Group, and inclusions of metavolcanic rocks. A few dikes of diabase and gabbro striking north-northeast to northeast cut all other rock-types.

The general orientation of the structures east of Anwatan lake is N15°E. A few antiformal and synformal folds have been mapped. West of Anwatan lake, the

l'ouest du lac Anwatan les directions structurales sont est-ouest. Près de la baie Kawastaguta une structure en forme de bassin est mal définie.

Les dépressions topographiques linéraires sont l'expression de failles (figures 2 et 3). Ceci est corroboré par la présence de mylonite, de brèche, de roches broyées et de zones de cisaillement à plusieurs endroits le long de ces dépressions.

structural directions are east-west. Near Kawastaguta bay, a basin-like structure is vaguely indicated.

The linear topographic depressions are the expressions of faults (Figures 2 and 3). This is corroborated by the presence of mylonite, breccia, crushed rocks, and shear zones in places along these depressions.

FIGURE 2 - Profil de crêtes allongées typiques - Lac Anwatan. / *Profile of typical elongated crests - Anwatan lake.*

FIGURE 3 - Lac Anwatan. La falaise escarpée indique une zone de faille. / *Anwatan lake. The steep cliff indicates a fault zone.*

L'intensité du métamorphisme régional a été très forte et a eu pour résultat la formation de gneiss à texture granoblastique et le développement de minéraux tels que la sillimanite. Les associations minéralogiques des divers types de roches sont typiques du faciès de l'amphibolite supérieure et du faciès des granulites inférieures. Les paragneiss appartiennent généralement

Very intense regional metamorphism resulted in the formation of granoblastic gneiss and the development of minerals such as sillimanite. The mineralogical associations of the various rock-types are typical of the upper amphibolite and the lower granulite facies. The paragneisses belong generally to the amphibolite facies, while the pyroxene-bearing rocks belong to the granulite

au faciès de l'amphibolite alors que les roches à pyroxène sont du faciès des granulites. L'intensité du métamorphisme décroît vers le nord-ouest et l'isograde de la sillimanite peut être situé approximativement dans l'angle nord-ouest de la région, ou plus au nord, et son orientation générale est nord-est.

facies. The intensity of metamorphism decreases towards the northwest. The sillimanite isograd lies approximately in the northwest corner of the map-area, or farther north, and its general orientation is northeast.

Les nombreuses failles de la région ne sont apparemment pas rattachées à une faille majeure qui séparerait les deux provinces. Elles semblent plutôt associées à une série d'intrusions gabbroïques tardives.

The numerous faults in the area are apparently not linked to a major fault separating the two provinces. Rather, they seem associated with a group of late-stage gabbroic intrusions.

TAB. 1 - SOMMAIRE DES FORMATIONS / *SUMMARY OF FORMATIONS*

| | | |
|---|---|---|
| PLEISTOCENE ET RECENT<br>*PLEISTOCENE AND RECENT* | Sable, gravier, argile, blocs erratiques / *Sand, gravel, clay, boulders* | |
| PRECAMBRIEN<br>*PRECAMBRIAN* | Diabase, métadiabase, gabbro porphyrique / *Diabase, metadiabase, porphyritic gabbro*<br>Gneiss oeillé, mylonite, brèche / *Augen gneiss, mylonite, breccia* | |
| | Pegmatite / *Pegmatite*<br>Granite à muscovite et/ou à biotite / *Muscovite and/or biotite granite* | |
| | Pyroxénite (métapyroxénite), péridotite /*Pyroxenite (metapyroxenite), peridotite*<br>Amphibolite / *Amphibolite*<br>Andésite transformée en amphibolite / *Andesite converted into amphibolite* | |
| | Orthogneiss<br>*Orthogneiss* | Gneiss granitique gris / *Grey granitic gneiss*<br>Gneiss granitique rose / *Pink granitic gneiss* |
| | Schiste à biotite / *Biotite schist* | |
| | Paragneiss<br>*Paragneiss* | Gneiss à biotite / *Biotite gneiss*<br>Gneiss à biotite et grenat / *Biotite-garnet gneiss*<br>Gneiss à biotite, grenat et sillimanite / *Biotite-garnet-sillimanite gneiss* |
| | Roches à pyroxène<br>*Pyroxene-bearing rocks* | Gneiss à pyroxène et plagioclase<br>*Pyroxene-plagioclase gneiss*<br>Métagabbro / *Metagabbro* |

## ROCHES A PYROXENE

Des roches à pyroxène ont été observées à plusieurs endroits dans la région, notamment à proximité du réservoir Dozois. Deux types ont été distingués sur la carte: le métagabbro et le gneiss à pyroxène et plagioclase. De telles roches ont été examinées et décrites par Gillies (1952) dans la région de la rivière Canimiti. Elles sont aussi présentes dans les régions adjacentes, mais sont peu abondantes.

Tous les affleurements des roches à pyroxène, sauf un, sont situés à l'est de la faille de la rivière des Outaouais et du lac Anwatan, et la plupart sont à l'est de l'esker qui recoupe le lac Transparent. Les roches à pyroxène sont concentrées dans une zone étroite qui occupe le centre du réservoir Dozois. Cette distribution correspond probablement à la répartition des affleurements plutôt qu'à celle des différents types de roche. Toutefois la position des anomalies sur la carte aéromagnétique correspond assez précisément à cette zone et semble être reliée directement aux roches à pyroxène.

Gillies (1952) a groupé des roches semblables sous les vocables de: "roches à hypersthène, augite et amphibole en couches ou en lentilles" et "gneiss et granulites à hypersthène". Sur la carte, le métagabbro correspond au premier type de roche de Gillies alors que le gneiss à pyroxène et plagioclase correspond au second.

Toutefois afin de mieux distinguer les variétés de ces roches, nous utiliserons dans ce rapport une classification basée sur l'étude pétrographique

## PYROXENE-BEARING ROCKS

Pyroxene-bearing rocks occur in several places in the map-area, especially near Dozois reservoir. Two types have been distinguished on the map: metagabbro and pyroxene-plagioclase gneiss. Such rocks were examined and described by Gillies (1952) in the Canimiti River area. They are present in the adjacent areas, but are not abundant.

With one exception, all outcrops of pyroxene-bearing rocks are located east of the Outaouais River-Anwatan lake fault, and most of the outcrops are east of the esker that crosses Transparent lake. The pyroxene-bearing rocks are concentrated in a narrow zone that underlies the centre of the Dozois reservoir. This distribution possibly reflects the outcrop distribution rather than the rock-type pattern. Nevertheless, the location of the anomalies on the aeromagnetic map corresponds quite precisely to this zone and seems to be directly related to the pyroxene-bearing rocks.

Gillies (1952) classified the pyroxene-bearing rocks as follows: "hypersthene-augite-amphibole rocks in layers or lenses", and 'hypersthene gneisses and granulites". On the geological map, metagabbro corresponds to Gillies' first type while the pyroxene-plagioclase gneiss corresponds to his second type.

In this report, however, a more detailed classification of these rocks is used, a classification that is based on petrographic study (texture and mineralogical

(composition minéralogique et texture) de lames minces. Cette classification se résume corme suit:

1 - Métagabbro
A - Le pyroxène le plus abondant est l'augite.
a) Plagioclase ($An_{30}$) (ou feldspath potassique) - pyroxène
b) Plagioclase ($An_{30-42}$) - pyroxène (ou hornblende) - grenat
c) Pyroxène (ou hornblende) - plagioclase ($An_{40-50}$) - grenat
B - Le pyroxène le plus abondant est l'hypersthène.
a) Plagioclase ($An_{32-55}$) - pyroxène (ou hornblende)
b) Plagioclase ($An_{30-42}$) - pyroxène (ou hornblende) - grenat
c) Pyroxène (ou hornblende) - plagioclase ($An_{43-55}$)

2 - Gneiss
A - Le pyroxène le plus abondant est l'augite.
a) Plagioclase ($An_{20-28}$) (ou feldspath potassique) - pyroxène (ou hornblende)
b) Plagioclase ($An_{33}$) - pyroxène - grenat
B - Le pyroxène le plus abondant est l'hypersthène.
a) Plagioclase ($An_{40}$) - pyroxène (ou hornblende) - grenat
b) Pyroxène (ou hornblende) - plagioclase ($An_{50}$)
c) Pyroxène (ou hornblende) - plagioclase ($An_{46}$) - grenat

Pour chaque type de roche, les minéraux sont énumérés par ordre d'abondance. L'augite et l'hypersthène sont généralement coexistants mais ils se trouvent jamais en proportions égales, l'un des deux étant toujours nettement dominant. Le pyroxène peut être associé

composition) of thin sections. The following is a summary of this classification:

1 - Metagabbro
A - Augite is the most abundant pyroxene.
a) Plagioclase ($An_{30}$) (or potash feldspar) - pyroxene
b) Plagioclase ($An_{30-42}$) - pyroxene (or hornblende) - garnet
c) Pyroxene (or hornblende) - plagioclase ($An_{40-50}$) - garnet
B - Hypersthene is the most abundant pyroxene.
a) Plagioclase ($An_{32-55}$) - pyroxene (or hornblende)
b) Plagioclase ($An_{30-42}$) - pyroxene (or hornblende) - garnet
c) Pyroxene (or hornblende) - plagioclase ($An_{43-55}$)

2 - Gneiss
A - Augite is the most abundant pyroxene
a) Plagioclase ($An_{20-28}$) (or potash feldspar) - pyroxene (or hornblende)
b) Plagioclase ($An_{33}$) - pyroxene - garnet
B - Hypersthene is the most abundant pyroxene.
a) Plagioclase ($An_{40}$) - pyroxene (or hornblende) - garnet
b) Pyroxene (or hornblende) - plagioclase ($An_{50}$)
c) Pyroxene (or hornblende) - plagioclase ($An_{46}$) - garnet

For each rock-type above, the minerals are listed in order of abundance. Augite and hypersthene are generally coexistent, but one of them is always clearly dominant, i.e. they are never in equal proportions. The pyroxene may be associated with quite abundant hornblende.

à d'assez grandes quantités de hornblende. Les catégories 1Ac et 1Ba n'ont pas d'équivalents chez les gneiss alors que la catégorie 2Bc n'a pas d'équivalent chez les roches massives (métagabbro). Les catégories 1Bb et 1Bc sont respectivement équivalentes aux catégories 2Ba et 2Bb; les catégories 1Aa et 1Ab correspondent respectivement à 2Aa et 2Ab.

Si on groupe les échantillons de chaque type par catégorie, on remarque qu'ils ne se ressemblent pas, non seulement d'une catégorie à une autre mais encore dans la même catégorie. Ainsi deux échantillons de 1Bc peuvent être d'aspect différent. Ceci est dû au fait que la classification est basée sur la composition minéralogique et qu'elle ne tient pas compte des structures internes de la roche. Deux roches qui présentent un aspect totalement différent à cause de fortes variations dans la grosseur des grains peuvent avoir une composition minéraloqique identique. Ceci démontre qu'une classification axée sur l'apparence externe des échantillons ou sur la composition minéralogique telle qu'observée à l'examen d'échantillons mégascopiques est invalide et peut être une source d'ambiguités. Pour étendre la classification présentée précédemment à toutes les roches basiques du territoire il faudrait donc examiner une lame mince d'un échantillon de chaque affleurement. Ceci n'a pas été fait et c'est pourquoi, sur la carte, nous groupons les roches sous les titres généraux de métagabbro et de gneiss à pyroxène et plagioclase. Cette distinction entre roches massives et gneissiques n'indique pas une origine différente mais plutôt une différence de texture. En effet les roches à texture gneissique côtoient les roches massives à plusieurs endroits. Nous décrirons en premier lieu les deux

Categories 1Ac and 1Ba do not have equivalents in the gneiss group, while category 2Bc has no equivalent in the group of massive rocks (metagabbro). Categories 1Bb and 1Bc are equivalent to categories 2Ba and 2Bb, respectively; categories 1Aa and 1Ab correspond to 2Aa and 2Ab, respectively.

Samples do not resemble each other, not only between categories, but also within the same category. Thus, two samples of 1Bc may differ in appearance. This is due to the fact that the classification is based on mineralogical composition, and does not take into account the internal structures of the rock. Two rocks that present totally different appearances because of strong variations in grain size may have identical mineralogical compositions. This fact shows that a classification based on the external appearance of samples or on the mineralogical composition as observed in hand samples is invalid and may be a source of ambiguity. To extend the classification presented above to all the basic rocks of the area, it would be necessary to examine a thin section of a sample from each outcrop. This has not been done, and it is for this reason that on the map, the rocks are subdivided into the general groupings of metagabbro and pyroxene-plagioclase gneiss. This distinction between massive and gneissic rocks does not indicate different origins for the rocks, but rather a difference in texture. Indeed, in several places, rocks with a gneissic texture lie adjacent to massive rocks. The two rock-types will be described first, and then their origin will be discussed.

types de roches et nous discuterons ensuite de leur origine.

METAGABBRO

On trouve toujours le métagabbro en couches ou en lentilles dans le gneiss à biotite et il est associé au gneiss à pyroxène et plagioclase à plusieurs endroits. A quelques endroits, on note un passage graduel entre le métagabbro et les gneiss à biotite adjacents.

Le métagabbro est une roche massive généralement vert foncé à brune en surface altérée et vert pâle à gris brun à noire en surface fraîche. La grosseur des grains est très variable et on observe des variétés microgrenues et des variétés à grain grossier. La texture la plus commune est subautomorphe-granulaire, mais la roche n'est pas partout équigranulaire. Le plagioclase peut en effet former des petits grains allongés, disposés autour de grains plus grossiers de pyroxène et d'amphibole; il peut aussi se présenter en grains grossiers entourés de fines particules de plagioclase et de pyroxène. Le grenat forme généralement des grains menus associés à des agglomérations de pyroxène, d'amphibole et de magnétite, notamment dans les roches de la catégorie 1Ac. La texture varie quelque peu et certains échantillons montrent une disposition commune des minéraux foncés, surtout de l'hypersthène. On assiste alors au passage graduel d'une roche massive à un gneiss. L'hypersthène a presque partout une forte tendance à l'orientation parallèle et dans certaines lames minces il montre une continuité optique d'un grain à l'autre. Cet effet est fort prononcé dans les gneiss.

METAGABBRO

Metagabbro is invariably found as layers and lenses in biotite gneiss, and it is associated with pyroxene-plagioclase gneiss in many places. In a few places, there is a gradual transition between metagabbro and the adjacent biotite gneisses.

Metagabbro is a massive rock, which is generally dark green to brown on the weathered surface and pale green to brownish grey to black on the fresh surface. Grain size is variable, and both microcrystalline and coarse-grained rocks may be found. The most common texture is subautomorphic-granular, but the rock is not everywhere equigranular. Indeed, plagioclase may form small elongated grains around coarser grains of pyroxene and amphibole; it may also be present as coarse grains surrounded by small grains of plagioclase and pyroxene. Garnet generally forms fine grains associated with clusters of pyroxene, amphibole, and magnetite, especially in category 1Ac. The texture varies somewhat, and certain samples display a common orientation of dark minerals, especially of hypersthene. A gradual transition between a massive rock and a gneiss can be seen. Almost everywhere, hypersthene has a strong tendency towards parallel orientation, and in some thin-sections, it shows optical continuity from grain to grain. This effect is very pronounced in gneisses.

Les résultats de 15 analyses modales de métagabbro sont présentés aux tableaux 2 et 3. Nous indiquons pour chaque cas la catégorie de l'analyse et, lorsque approprié, le nom de la roche tel que déterminé par la composition minéralogique et la texture.

The results of 15 modal analyses of metagabbro are presented in Tables 2 and 3. In each case, the rock category is indicated as well as, where appropriate, the rock name as determined from the mineralogical composition and texture.

TAB. 2 - ANALYSES MODALES DE METAGABBRO DANS LEQUEL LE PYROXENE LE PLUS ABONDANT EST L'AUGITE / *MODAL ANALYSES OF METAGABBRO IN WHICH AUGITE IS THE MOST ABUNDANT PYROXENE*

| Nom et Catégorie / Minéraux | Roche Verte 1Aa | Roche Verte 1Ab | Métagabbro 1Ab | Métagabbro 1Ac | Roche Verte 1Ac | -- 1Ac | -- 1Ac | Roche Verte 1Ac | Name and Category / Minerals |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Plagioclase | 50.8 | 38.1 | 36.5 | 48.3 | 30.7 | 42.6 | 16.0 | 44.8 | Plagioclase |
| Feldspath potassique | 34.8 | - | - | - | - | - | - | - | Potash feldspar |
| Pyroxène | 8.8 | 17.1 | 3.9 | 40.8 | 19.2 | 10.3 | 40.6 | 45.6 | Pyroxene |
| Hornblende | 1.8 | 32.0 | 23.2 | 1.2 | 37.3 | 43.6 | 13.7 | 3.9 | Hornblende |
| Biotite | 1.4 | tr. | 17.5 | 1.9 | tr. | - | 2.7 | - | Biotite |
| Magnétite | 1.4 | tr. | 4.0 | tr. | - | - | tr. | tr. | Magnetite |
| Apatite | tr. | - | 1.6 | - | - | - | 5.1 | tr. | Apatite |
| Quartz | tr. | 1.2 | - | tr. | 1.7 | tr. | tr. | tr. | Quartz |
| Grenat | - | 10.8 | 13.2 | 6.9 | 10.4 | 2.8 | 20.8 | 4.9 | Garnet |
| Plagioclase | $An_{25}$ | $An_{42}$ | $An_{30}$ | $An_{50}$ | $An_{40}$ | $An_{40}$ | $An_{45}$ | $An_{47}$ | Plagioclase |

TAB. 3 - ANALYSES MODALES DE METAGABBRO DANS LEQUEL LE PYROXENE LE PLUS ABONDANT EST L'HYPERSTHENE / *MODAL ANALYSES OF METAGABBRO IN WHICH HYPERSTHENE IS THE MOST ABUNDANT PYROXENE*

| Nom et Catégorie / Minéraux | Métagabbro 1Ba | Norite 1Ba | Granulite 1Bb | Norite quartzifère 1Bc | Norite 1Bc | Norite 1Bc | Norite 1Bc | Name and Category / Minerals |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Plagioclase | 42.6 | 64.1 | 46.8 | 30.8 | 39.6 | 19.8 | 21.9 | Plagioclase |
| Pyroxène | 15.2 | 29.0 | 16.4 | 44.0 | 49.3 | 35.6 | 50.4 | Pyroxene |
| Hornblende | 38.7 | 1.6 | 1.8 | 8.9 | 9.6 | 25.4 | 21.9 | Hornblende |
| Biotite | 2.9 | 2.2 | 9.6 | 10.8 | - | 18.7 | 5.3 | Biotite |
| Magnétite | tr. | tr. | 1.5 | - | tr. | - | - | Magnetite |
| Apatite | tr. | tr. | tr. | tr. | tr. | tr. | tr. | Apatite |
| Quartz | tr. | 2.4 | 2.2 | 4.6 | - | tr. | - | Quartz |
| Grenat | - | tr. | 21.4 | - | tr. | tr. | - | Garnet |
| Plagioclase | $An_{40}$ | $An_{38}$ | $An_{42}$ | $An_{45}$ | $An_{55}$ | $An_{44}$ | $An_{46}$ | Plagioclase |

Le plagioclase est observé dans tous les échantillons et sa composition varie de $An_{25}$ à $An_{55}$, avec une composition moyenne de $An_{40}$. Il est presque toujours frais et présente des macles bien définies. On y observe quelquefois des inclusions arrondies de microcline et des inclusions vermiculaires de quartz (myrmékite). Dans toutes les catégories, le plagioclase est teinté en rouge-brun par une matière amorphe disposée selon les clivages et les fractures des grains. Le plagioclase dans les catégories 1Ac et 1Bb présente ici et là une extinction particulière. Au cours de la rotation d'un grain, on observe une zone obscure, concentrique et parallèle à la bordure du grain, qui avance vers le centre du grain (figures 4, 5). Une telle zone correspond à une variation de composition plutôt qu'à une extinction roulante due à la déformation de grains, car on l'observe surtout sur les grains orientés selon la face 010. L'extinction roulante, distincte de la zonation décrite ci-haut, est cependant observée dans les échantillons de diverses catégories.

Plagioclase is observed in all samples, and its composition varies from $An_{25}$ to $An_{55}$, the average composition being $An_{40}$. The mineral is invariably fresh, and displays well-defined twins. Some grains contain rounded inclusions of microcline and wormy inclusions of quartz (myrmekite). In all categories, plagioclase has a red-brown colour due to an amorphous substance lying along cleavages and fractures in the grains. Plagioclase in categories 1Ac and 1Bb shows here and there an unusual extinction. During rotation of a grain, a dark concentric zone which is parallel to the edge of the grain advances towards the grain centre (Figures 4, 5). Such a zone is due to a compositional variation in the grain, and is not an undulatory extinction due to grain deformation. This conclusion is supported by the fact that zonations are observed especially in grains oriented on the 010 face. However, undulatory extinction, distinct from the zoning described above, is observed in samples from various rock categories.

Le feldspath potassique est peu commun. On l'observe en grandes quantités dans la catégorie 1Aa et en petites quantités dans la catégorie 1Bb. Dans le premier cas, le microcline est perthitique et se présente en grains grossiers contenant des inclusions de plagioclase. Au contact du plagioclase et du microcline, des bordures sodiques étroites entourent le plagioclase et la myrmékite abonde. Dans la catégorie 1Bb, le feldspath potassique est interstitiel ou résulte d'exsolutions antiperthitiques du plagioclase.

Potash feldspar is not commonplace. It occurs abundantly in rocks of category 1Aa and in small amounts in rocks of category 1Bb. In the first case, the microcline is perthitic, and occurs as large grains containing inclusions of plagioclase. At the contact between plagioclase and microcline, narrow sodic borders surround the plagioclase, and myrmekite is abundant. In category 1Bb, the potash feldspar either is interstitial or is the result of antiperthitic exsolution in the plagioclase.

Le pyroxène des catégories 1A est une augite claire à grand 2V positif ($60^{\circ}$-$70^{\circ}$) et avec un angle d'extinction ZAc de $43^{\circ}$ à $45^{\circ}$. Il est remplacé par

Pyroxene in rocks of the 1A categories is a colourless augite with a large positive 2V ($60^{\circ}$-$70^{\circ}$) and with an extinction angle ZAc of $43^{\circ}$ to $45^{\circ}$.

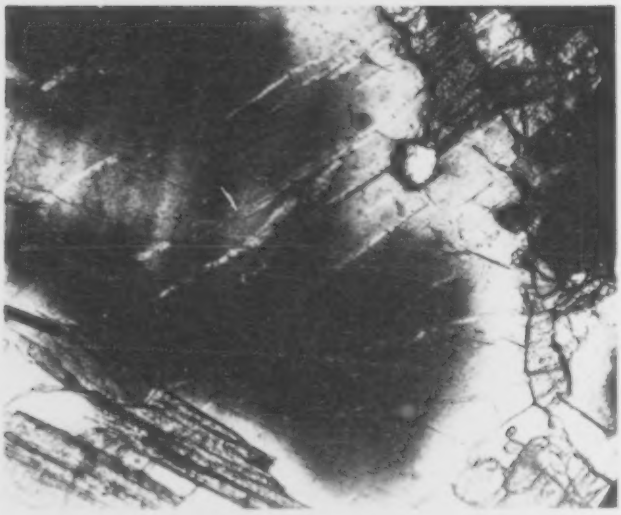


FIGURE 4 - Extinction zonée du plagioclase dans le métagabbro. Les macles du plagioclase sont distinctes (60x). *Zoned extinction of plagioclase in metagabbro. The plagioclase twins are distinct (60x).*

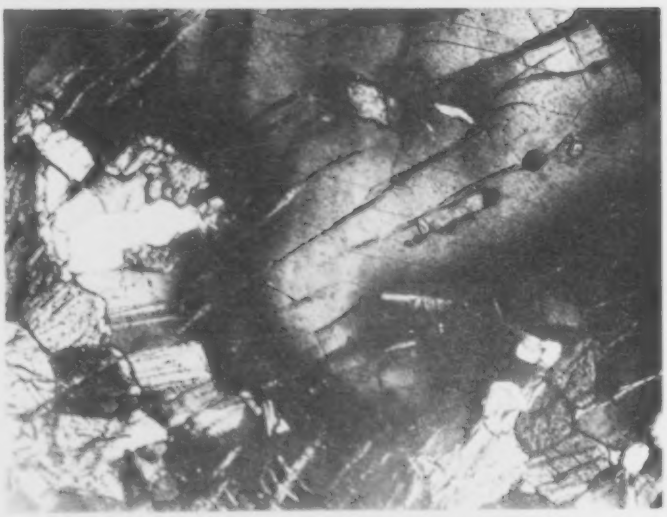


FIGURE 5 - Extinction zonée du plagioclase dans le métagabbro (60x). *Zoned extinction of plagioclase in metagabbro (60x).*

la hornblende suivant les clivages et les fractures. On y observe des inclusions distribuées régulièrement. Dans les catégories lAb et lAc, l'augite est parfois entourée d'auréoles de hornblende et de grenat.

L'hypersthène est généralement pléochroïque de rouge à vert et exhibe par endroits des lamelles d'exsolution de pyroxène monoclinique. Les propriétés optiques d'un grain d'hypersthène d'un échantillon de la catégorie lBc (6e colonne, tableau 3) sont:

It is replaced by hornblende along cleavages and fractures. Inclusions are distributed regularly in the pyroxene. In categories lAb and lAc, augite is sometimes surrounded by aureoles of hornblende and garnet.

Hypersthene is generally pleochroic from red to green and may contain exsolution lamellae of monoclinic pyroxene. The optical properties of hypersthene in a sample from category lBc (6th column, Table 3) are:

$$2Vx=68^{\circ} \qquad Z\wedge c=0^{\circ}$$

$$N_x=1.682\pm.002 \qquad N_z=1.698\pm.002 \qquad N_z-N_x=.016$$

D'après ces données, on constate que cet orthopyroxène a la composition d'une bronzite et que le rapport $100\,Mg/Mg+Fe^{+2}+Fe^{+3}+Mn$ est d'environ 74 (figure 6). Ce pyroxène est caractéristique de roches gabbroïques.

According to these data, this orthopyroxene has the composition of bronzite, and its ratio $100Mg/Mg+Fe^{+2}+Fe^{+3}+Mn$ is about 74 (Figure 6). This pyroxene is characteristic of gabbroic rocks.

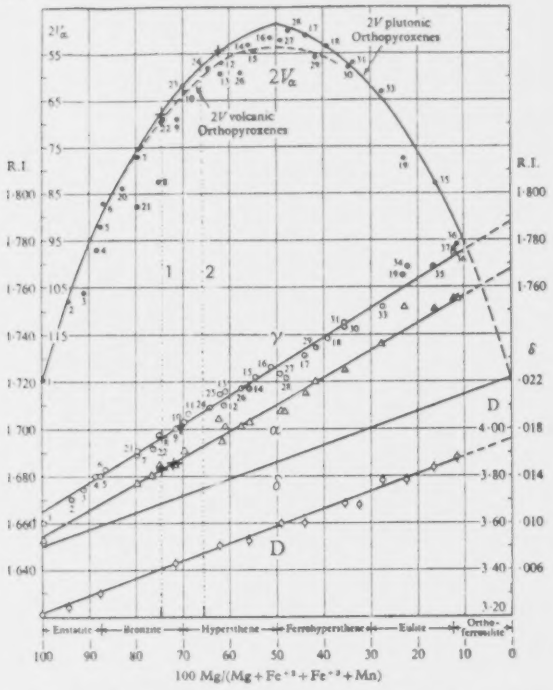



FIGURE 6 - Propriétés optiques et composition chimique des pyroxènes orthorhombiques, d'après Hess (1952), reproduit de Deer, Howie & Zussman (vol. 2, 1963). / *Optical properties and chemical composition of the orthorhombic pyroxene, after Hess (1952), reproduced from Deer, Howie, and Zussman (vol. 2, 1963).*

L'amphibole est presque partout une hornblende commune fortement pléochroïque, de vert pâle à vert très foncé. L'angle d'extinction ZΛc varie de 18° à 25°. Les propriétés optiques de la hornblende d'un échantillon de la catégorie 1Bc sont:

$2V_x = 85^\circ$ $Z\Lambda c = 25^\circ$

$N_x = 1.650 \pm 0.002$ $N_z = 1.664 \pm 0.002$ $N_z - N_x = 0.014$

La biotite est de couleur jaune paille à vert olive à brun foncé. Elle est habituellement peu abondante. Le grenat forme des petits grains arrondis, généralement disposés autour des agglomérations de pyroxène et de hornblende. Il contient de nombreuses inclusions poecilitiques de pyroxène, de hornblende et de plagioclase. L'indice de réfraction d'un grenat de la catégorie 1Bb est 1.784 ± 0.002.

Amphibole is almost everywhere a common hornblende, strongly pleochroic from pale green to very dark green. The extinction angle ZΛc varies from 18° to 25°. The optical properties of hornblende in a sample from category 1Bc are:

Biotite is straw yellow to olive green to dark brown. It is normally not abundant. Garnet occurs as small rounded grains, generally distributed around clusters of pyroxene and hornblende. Garnet poikilitically contains numerous inclusions of pyroxene, hornblende, and plagioclase. The index of refraction of a garnet in a rock from category 1Bb is 1.784 ± 0.002.

## GNEISS A PYROXÈNE ET PLAGIOCLASE

Le gneiss à pyroxène et plagioclase ne se distingue du métagabbro que par sa texture. En effet des transitions du gneiss au métagabbro sont observées à plusieurs endroits. Ce gneiss forme des lentilles ou filons-couches dans le gneiss à biotite et il n'y a pas de transition nette entre les gneiss à pyroxène et plagioclase et les gneiss à biotite (figure 7). La composition minéralogique des gneiss, basée sur les résultats des analyses modales, est semblable à celle des métagabbros.

Le gneiss à pyroxène et plagioclase est une roche vert foncé à brune à noire dont la structure est déterminée par l'arrangement parallèle des cristaux de pyroxène, de hornblende et de biotite et par la concentration de

## PYROXENE-PLAGIOCLASE GNEISS

In this report, pyroxene-plagioclase gneiss is distinguished from metagabbro on the sole basis of texture. Indeed, transitions from gneiss to metagabbro can be seen in several places. This gneiss occurs as lenses or sills in the biotite gneiss, and there are no sharp transitions between the pyroxene-plagioclase gneiss and the biotite gneiss (Figure 7). The mineralogical composition of the gneiss, based on the results of the modal analyses, is very similar to that of the metagabbro.

Pyroxene-plagioclase gneiss is a dark green to brown to black rock whose structure is determined by a parallel arrangement of pyroxene, hornblende and biotite crystals and by a concentration of certain constituents (pyroxene and

certains constituants (pyroxène et plagioclase) en bandes (figure 8). La grosseur des grains est variable mais les variétés à grain moyen sont les plus fréquentes.

Les minéraux qui constituent le gneiss sont les mêmes que ceux du métagabbro; de plus, ils présentent généralement les mêmes caractères. Nous ne décrirons ici que les traits les plus notables.

Le feldspath potassique est peu abondant et on l'observe surtout dans les catégories 2Aa et 2Ba. Dans la catégorie 2Aa, il forme des grains grossiers alors que dans 2Ba il se présente en plaques d'exsolution dans le plagioclase. Le plagioclase des catégories 2Ba et 2Bc est zoné et les zones, tout comme celles du plagioclase de la catégorie 1Bb décrite antérieurement, correspondent à des variations de composition.

L'hypersthène d'un échantillon de la catégorie 2Ba possède les propriétés optiques suivantes:

$2V_X = 54^{\circ}$ $Z \wedge c = 0$

$N_X = 1.685 \pm 0.002$ $N_Z = 1.702 \pm 0.002$ $N_Z - N_X = 0.017$

Ce pyroxène est semblable à celui décrit précédemment, mais le rapport $100Mg/Mg+Fe^{+2}+Fe^{+3}+Mn$ est de l'ordre de 68 (figure 6) comparativement à 74 pour l'autre. Un autre hypersthène de la catégorie 2Bb est semblable:

$2V_X = 54$ $Z \wedge c = 0$

$N_X = 1.684 \pm 0.002$ $N_Z = 1.701 \pm 0.002$ $N_Z - N_X = 0.017$

Le tableau 4 présente les résultats de quatre analyses modales des divers types de gneiss à pyroxène et plagioclase.

plagioclase) in bands (Figure 8). Grain size is variable but medium-grained rocks are the most common.

The mineral constituents of the gneiss are the same as those of the metagabbro; moreover, they have generally the same characteristics, only the most notable of which will be described here.

Potash feldspar is not abundant, and is found mostly in categories 2Aa and 2Ba. In category 2Aa it occurs as large grains, whereas in 2Ba it forms exsolution lamellae in plagioclase due to variations in composition. Plagioclase of categories 2Ba and 2Bc is zoned, in the same way as plagioclase of category 1Bb, described previously.

Hypersthene in one sample from category 2Ba has the following optical properties:

This pyroxene is similar to that described above, but the ratio $100Mg/Mg+Fe^{+2}+Fe^{+3}+Mn$ is approximately 68 (Figure 6) compared to 74 for the other pyroxene. Another hypersthene from category 2Bb is similar:

Table 4 presents the results of four modal analyses of the various types of pyroxene-plagioclase gneiss.

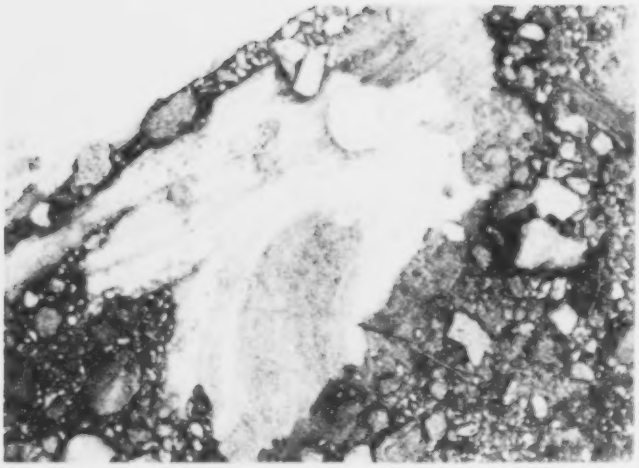


FIGURE 7 - Gneiss à pyroxène et plagioclase et gneiss à biotite. Des couches de pegmatite sont visibles. / *Pyroxene - plagioclase gneiss and biotite gneiss. Pegmatite layers are visible.*

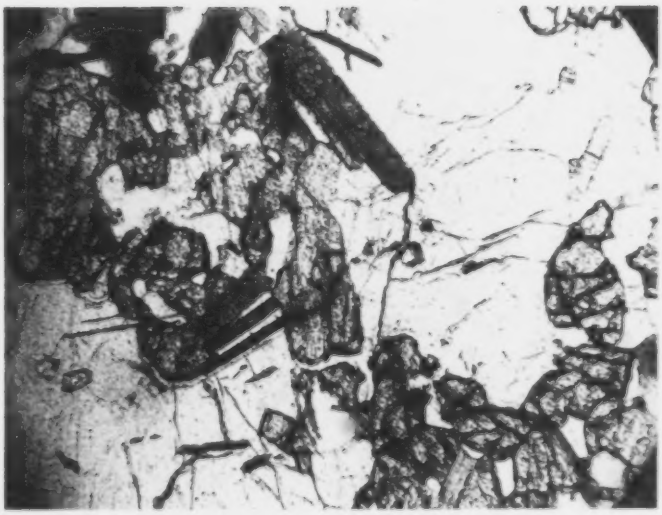


FIGURE 8 - Gneiss à plagioclase, hypersthène, biotite et grenat (20x). / *Plagioclase - hypersthene - biotite - garnet gneiss (20x).*

TAB. 4 - ANALYSES MODALES DU GNEISS À PYROXÈNE ET PLAGIOCLASE / *MODAL ANALYSES OF PYROXENE-PLAGIOCLASE GNEISS.*

| Nom et Catégorie / Minéraux | Mangérite | Charnockite | - | Métagabbro | Name and Category / Minerals |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2Aa | 2Ba | 2Bb | 2Bc | |
| Plagioclase | 55.2 | 58.7 | 9.7 | 19.16 | Plagioclase |
| Feldspath potassique | 16.0 | - | - | - | Potash feldspar |
| Pyroxène | 6.4 | 8.2 | 54.1 | 54.5 | Pyroxene |
| Hornblende | 5.2 | tr. | 2.7 | 12.5 | Hornblende |
| Biotite | 3.3 | 2.7 | 31.6 | 1.3 | Biotite |
| Quartz | 13.4 | 20.9 | - | - | Quartz |
| Magnétite | tr. | tr. | tr. | tr. | Magnetite |
| Grenat | - | 8.9 | - | 10.9 | Garnet |
| Apatite | tr. | tr. | 1.3 | tr. | Apatite |
| Plagioclase | $An_{18}$ | $An_{40}$ | $An_{48}$ | $An_{46}$ | Plagioclase |

ORIGINE

Le problème de l'origine des métagabbros et des gneiss à pyroxène et plagioclase est complexe. Ces roches sont concordantes et quelques-unes peuvent être considérées comme étant d'origine sédimentaire. En effet, certains paragneiss semblent quelque peu transformés au contact des roches à pyroxène et un passage graduel entre les deux types de roches est commun. Gillies (1951, p. 62) a d'ailleurs conclu que les gneiss à hypersthène ont une origine dédimentaire: *"Il semble donc raisonable de conclure que ces deux types de roche sont probablement dérivés de grauwackes mafiques ou même de tuffs."*(traduction)

Toutefois la texture et la composition minéralogique semblent indiquer que ces roches sont ignées. Elles peuvent donc représenter une série d'intrusions basiques. La composition minéralogique de plusieurs échantillons du métagabbro est celle d'un gabbro légèrement altéré. Gillies (1952, p. 16) écrit que *"L'analyse chimique d'un spécimen typique de la roche à pyroxène montre toutefois que c'était originellement une*

ORIGIN

The problem of the origin of the metagabbros and the pyroxene-plagioclase gneisses is complex. These rocks are concordant, and some may be considered to have a sedimentary origin. Indeed, some paragneisses seem somewhat transformed at the contact with the pyroxene-bearing rocks, and a gradual passage between the two types of rock is commonly seen. Gillies (1951, p. 62) also concluded that hypersthene-bearing gneisses have a sedimentary origin: *"Therefore it seems reasonable to consider that both these rock types were probably derived from mafic greywackes or even tuffs."*

However, the texture and the mineralogical composition seem to indicate that these rocks are igneous. They may therefore represent a series of basic intrusions. The mineralogical composition of several samples of metagabbro is that of a slightly altered gabbro. Gillies (1952, p. 15) wrote: *"The chemical analysis of a typical specimen of the pyroxene-bearing rock shows that it was once a peridotite, that is, an intrusive rock.*

*péridotite, donc une roche intrusive. Cette roche a été altérée par déformation et métasomatisme au point qu'il est impossible de distinguer sa nature originelle intrusive sur le terrain ou en coupe mince."* Sans affirmer que la roche était autrefois une péridotite, nous croyons que certaines de ces lentilles ou bandes représentent des roches ignées basiques. En effet la composition du plagioclase est calcique, l'orthopyroxène est magnésien et la texture de la roche au centre des amas est massive. Ces caractères sont typiques de roches ignées basiques. La composition de divers types de roches est variée; ainsi on a des charnockites (2Ba), des granulites (1Aa, 1Bb), des mangérites (2Aa) et des norites (1Ba, 1Bc). L'apparence externe verdâtre de certaines parties de ces roches nous permet de les classer parmi les roches vertes. Ces roches vertes ne doivent toutefois pas être confondues avec celles du faciès métamorphique des schistes verts. Osborne et Morin (1962, p. 119) définissent ainsi ces roches: *"Une série de roches ignées avec de l'hypersthène et de l'augite, variant du gabbro au granite, est commune. Le feldspath de la plupart des faciès de la série a une teinte verdâtre et on désigne les roches de cette série par le terme "roches vertes".* (traduction)

*The rock has been so altered by deformation and metasomatism that the original igneous nature was not recognized, either in the field or in thin section."* Without asserting that the rock was formerly a peridotite, the writer believes that some of these lenses or bands represent basic igneous rocks. Indeed, plagioclase has a calcic composition, orthopyroxene is magnesian, and the texture of the rock at the centre of bodies is massive. These features are typical of basic igneous rocks. The various rock types show a wide range of composition: from charnockites (2Ba), to granulites (1Aa, 1Bb), mangerites (2Aa), and norites (1Ba, 1Bc). These rocks are classified as "green rocks" because of the greenish external appearance they have in places. However, these green rocks must not be mistaken for greenschist facies rocks. Osborne and Morin (1962, p. 119) describe green rocks as follows: *"A series of igneous rocks with hypersthene and augite and from gabbro to granite is common. The feldspar of most facies of the series is a shade of green, and these are referred to as "green rocks".*

L'assemblage minéralogique des roches à pyroxène est celui des sous-faciès hornblende-granulite et pyroxène-granulite du faciès des granulites du métamorphisme régional. Les roches à pyroxène sont à texture massive ou gneissique. Elles semblent par endroits syncinématiques, alors qu'ailleurs elles semblent postcinématiques, à moins que certaines roches aient échappé aux effets de la déformation. Il est

The mineralogical assemblage of the pyroxene-bearing rocks corresponds to the hornblende-granulite and pyroxene granulite subfacies of the granulite facies of regional metamorphism. The pyroxene-bearing rocks have either a massive or a gneissic texture. In places, they appear to be synkinematic; elsewhere, they seem postkinematic, although these may simply have escaped the effects of deformation. Possibly, these rocks are

possible que ces roches ne soient associées que dans l'espace et non dans le temps et qu'elles soient reliées à des périodes orogéniques différentes. Toutefois, il semble que les différences de texture et de composition soient dues à des différences dans la puissance des masses et aux phénomènes d'assimilation des gneiss environnants.

Les roches à pyroxène s'étendent dans la région adjacente à l'est où elles ont été décrites par Gillies (1951, 1952). Au sud-est, dans la région de Cawatose, Wahl et Osborne (1950, p. 22) ont observé des roches riches en pyroxène identiques à celles décrites ici, mais il appert que ces roches sont peu abondantes. A l'échelle régionale, les roches à pyroxène semblent donc limitées à une zone étroite de direction nord-est. Les métagabbros et gneiss à pyroxène et plagioclase forment par conséquent un complexe de faible étendue.

Gillies (1952, p. 16) suggère *"l'hypothèse que les roches à hyperathène et augite, de même que certaines des granulites, font partie d'un complexe composé de filons-couches et de formations sédimentaires contenant peut-être quelques dykes."* Il croit aussi que des roches volcaniques peuvent avoir été transformées en gneiss et granulites à pyroxène.

Nous croyons que ces roches sont intrusives, mais qu'elles ont été transformées par un métamorphisme intense. Les différentes compositions des roches correspondent à diverses compositions primaires et à des changements causés par des contaminations contemporaines à leur emplacement. Originellement ces roches étaient

associated spatially but not temporally, and are related to different orogenic periods. However, it seems that the differences in texture and composition are due to differences in the thickness of these intrusive bodies and to assimilation of the surrounding gneisses.

Pyroxene-bearing rocks extend into the adjacent area to the east, and these have been described by Gillies (1951, 1952). To the southeast, in the Cawatose area, Wahl and Osborne (1950, p. 22) observed pyroxene-rich rocks identical to those described here. These rocks are not abundant, being limited to a narrow zone striking northeast. Metagabbros and pyroxene-plagioclase gneisses therefore underlie a fairly small area.

Gillies (1952, p. 15) suggests that, *"the hyperathene-augite rocks and some of the granulites are part of a sill-sedimentary complex, possibly with some dykes."* He also believes that volcanic rocks could have been transformed into pyroxene-bearing gneisses and granulites.

We believe that these rocks are intrusive, and that they have been transformed by an intense metamorphism. The varied compositions of the rocks reflect primary compositional differences, and changes caused by contamination contemporaneous with their emplacement. Originally, these rocks were basic, and made up a complex of sills, features

basiques et faisaient partie d'un complexe de filons-couches, caractères qu'elles ont conservés.

PARAGNEISS

Des roches sédimentaires recristallisées accompagnées de nombreuses intercalations ou injections "lit-par-lit" de matériel granitique et de pegmatite constituent la formation la plus répandue dans la région (figure 9). Les métasédiments sont des gneiss composés principalement de quartz, plagioclase et biotite. Nous reconnaissons trois subdivisions principales: gneiss à biotite, gneiss à biotite grenatifère et gneiss à biotite, grenat et sillimanite.

that are still preserved.

PARAGNEISS

Recrystallized sedimentary rocks, accompanied by numerous interlayers or "lit-par-lit" injections of granitic material and pegmatite, are the most abundant rocks in the area (Figure 9). The metasediments are gneisses composed mainly of quartz, plagioclase, and biotite. Three main subdivisions have been recognized: biotite gneiss, biotite-garnet gneiss, and biotite-garnet-sillimanite gneiss.

FIGURE 9 - Gneiss à biotite avec intercalations de pegmatite et de matériel granitique. La foliation est prononcée. / *Biotite gneiss with intercalations of pegmatite and granitic material. Foliation is well-developed.*

GNEISS A BIOTITE

Le gneiss à biotite affleure partout dans la région, sauf dans l'angle nord-ouest; c'est la roche la plus abondante. Il est à grain fin ou moyen, de couleur grise à brun jaunâtre et consiste en biotite, quartz, et feldspaths en proportions à peu près égales; toutefois, dans certaines variétés le feldspath est le constituant principal (figure 10). A proximité des gneiss à hornblende et pyroxène, la roche peut contenir d'infimes quantités de hornblende ou de pyroxène. En général, la composition du gneiss à biotite n'est pas constante et on trouve tous les degrés de variations entre des gneiss granitiques et des roches riches en biotite (figure 11).

BIOTITE GNEISS

Biotite gneiss, the most abundant rock type, outcrops in all parts of the area, except in the northwest corner. It is fine to medium grained, grey to yellowish-brown, and made up of almost equal porportions of biotite, quartz, and feldspar (Figure 10). However, in some varieties, feldspar is the main constituent. Near hornblende-pyroxene gneiss, the biotite gneiss may contain very small quantities of hornblende or pyroxene. In general, the composition of the biotite gneiss is not constant, and all degrees of variation between granitic gneiss and biotite-rich rock occur (Figure 11).

FIGURE 10 - Gneiss à biotite sur la rive sud du lac Anwatan. Le pendage est vers la droite. / *Biotite gneiss on the south shore of Anwatan lake. The dip is to the right.*

Le gneiss à biotite est une roche fraîche à texture granoblasitque. La structure gneissique est déterminée par l'orientation parallèle, ou presque, des cristaux de biotite, par l'élongation des grains de quartz et de plagioclase et par la concentration en couches de certains constituants. A plusieurs endroits, des grains grossiers de plagioclase et de quartz presque arrondis

Biotite gneiss is fresh, and has a granoblastic texture. The gneissic structure is due to the parallel or almost parallel orientation of biotite crystals, the elongation of quartz and plagioclase grains, and the concentration of some constituents in layers. Commonly, coarse sub-rounded grains of plagioclase and quartz are scattered in a fine-grained quartz and plagioclase matrix. Garnet

sont noyés dans une mésostase de quartz et de plagioclase finement grenus. Le grenat se présente presque toujours sous forme de grains grossiers enrobés de biotite ou de quartz et de plagioclase finement grenus. Les grains de plagioclase sont habituellement légèrement plus gros que ceux de la biotite et du quartz. Le quartz, le plagioclase et, localement, la biotite ont une extinction ondulante. Des failles à l'échelle microscopique furent observées dans quelques lames minces.

Les minéraux essentiels sont le quartz, le plagioclase ($An_{26}$) et la biotite. Le grenat, le microcline, la hornblende, l'hypersthène, l'apatite, la pyrite et les oxydes de fer sont les minéraux accessoires communs.

occurs almost everywhere as coarse grains, wrapped in biotite or fine-grained quartz and plagioclase. Plagioclase grains are commonly slightly coarser than those of quartz and biotite. Quartz, plagioclase, and locally biotite have a wavy extinction. Microscopic faults were seen in a few thin sections.

The essential minerals are quartz, plagioclase ($An_{26}$), and biotite. Garnet, microcline, hornblende, hypersthene, apatite, pyrite, and iron oxides are the usual accessory minerals.

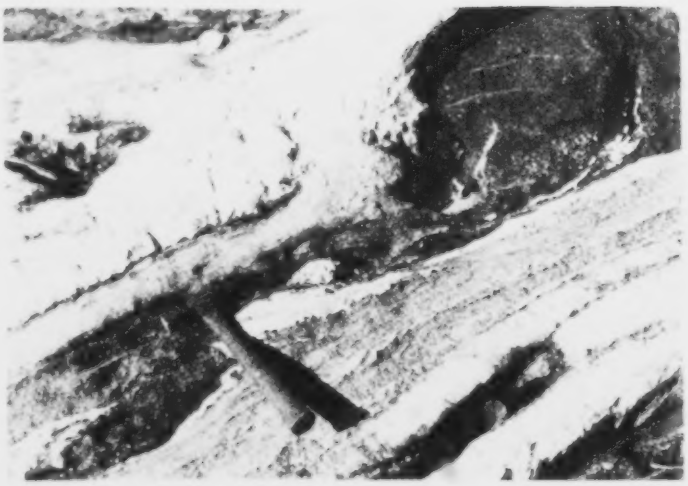


FIGURE 11 - Gneiss à biotite avec pegmatite et gneiss granitique au Grand lac Victoria. La roche foncée est une amphibolite. / *Biotite gneiss with pegmatite and granitic gneiss on Grand lac Victoria. The dark rock is amphibolite.*

Le quartz est généralement interstitiel, mais il forme aussi des grains grossiers presque ronds. La quantité de quartz du gneiss à biotite est extrêmement variable. Dans la majorité des lames minces étudiées, il constitue au moins 25% de la roche, mais dans certaines, il est absent ou peu abondant.

Le plagioclase est peu altéré et contient par endroits des plaques quasi-rectangulaires ou arrondies de microcline qui lui confèrent une nature antiperthitique. Des entrecroisements de quartz et de plagioclase abondent au contact des cristaux de plagioclase et de microcline ou orthose. Cette myrmékite est cependant peu répandue. La composition du plagioclase varie de $An_{17}$ à $An_{32}$ et la composition moyenne est $An_{28}$. Les macles, généralement bien définies, sont souvent indistinctes et de faible intensité. Un matériel amorphe brun-rouge, probablement un oxyde de fer, occupe les plans de clivage et les fissures dans le plagioclase.

Le feldspath potassique, microcline ou orthose, est peu commun et est généralement interstitiel.

Le grenat constitue moins de 4% du gneiss à biotite et, en maints endroits, il est totalement absent de la roche. Les cristaux de grenat sont de forme globulaire et ont une texture poeciloblastique. Ils contiennent de nombreuses inclusions, arrondies ou digitées, de quartz, feldspath ou biotite qui leur donnent l'aspect d'éponges.

Quartz is generally interstitial, but occurs also as coarse, almost round, grains. The quartz content of the biotite gneiss is variable. In most of the thin sections studied, quartz makes up at least 25% of the rock, but in some of them, it is absent or not abundant.

Plagioclase is only slightly altered, and is, in places, antiperthitic, containing near-rectangular to rounded inclusions of microcline. Intergrowths of quartz and plagioclase are abundant where plagioclase contacts microcline or orthoclase. This myrmekite is, however, not widespread. The plagioclase composition ranges from $An_{17}$ to $An_{32}$, the average composition being $An_{28}$. The twins, generally well defined, are in places indistinct and of weak intensity. A brownish red, amorphous material, probably an iron oxide, occupies cleavage planes and cracks in plagioclase.

Potash feldspar-microcline or orthoclase is not common, and is generally interstitial.

Garnet makes up less than 4% of the biotite gneiss, and, in many places, is totally absent from the rock. Garnet crystals have globule-like shape, and a poikiloblastic texture. They contain numerous rounded or finger-like inclusions of quartz, feldspar, or biotite, which give them a spongy texture.

La biotite est fortement pléochroïque, de jaune paille à brun ou vert foncé. Elle est généralement abondante et contient ici et là des zircons entourés de halos pléochroïques. L'hypersthène et la hornblende sont peu communs et on les trouve principalement à proximité des gneiss à hornblende et pyroxène.

Les résultats de cinq analyses modales de gneiss à biotite sont présentées ci-dessous.

Biotite is strongly pleochroic, from straw yellow to brown or dark green, and is generally abundant. It commonly contains scattered zircons surrounded by pleochroic haloes. Hypersthene and hornblende are uncommon, and are found mainly near hornblende-pyroxene gneiss.

The results of five modal analyses of biotite gneiss are given below.

TAB. 5 - ANALYSES MODALES DE GNEISS A BIOTITE / *MODAL ANALYSES OF BIOTITE GNEISS.*

| Minéraux | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Minerals |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Quartz | 24.1 | 27.2 | 28.7 | - | 34.5 | Quartz |
| Plagioclase | 42.6 | 48.6 | 47.8 | 80.3 | 44.5 | Plagioclase |
| Biotite | 31.3 | 22.3 | 20.9 | 11.1 | 19.3 | Biotite |
| Hornblende | 1.3 | - | - | - | - | Hornblende |
| Apatite | 0.5 | tr. | - | tr. | tr. | Apatite |
| Orthose | tr. | - | - | 8.5 | - | Orthoclase |
| Grenat | - | 1.7 | 2.5 | - | 1.7 | Garnet |
| Magnétite-pyrite | - | tr. | tr. | - | - | Magnetite-pyrite |
| Muscovite | - | - | - | tr. | - | Muscovite |
| Zircon | - | - | - | - | tr. | Zircon |
| Plagioclase | $An_{25}$ | $An_{22}$ | $An_{30}$ | $An_{24}$ | $An_{17}$ | Plagioclase |

GNEISS A BIOTITE GRENATIFERE

Ce gneiss est semblable par sa couleur, sa composition minéralogique et sa texture au gneiss à biotite, sauf qu'il contient plus de 4% de grenat (figure 12). On le trouve sous forme de lentilles dans le gneiss à biotite; ces lentilles, qui sont peut-être continues, pourraient représenter des couches alumineuses. Toutefois, le petit nombre d'affleurements ne nous permet pas d'établir cette continuité. Le contact entre le gneiss à biotite et le gneiss à biotite et

GARNETIFEROUS BIOTITE GNEISS

The garnetiferous biotite gneiss is similar to the biotite gneiss in colour, texture, and mineralogical composition, but differs in that it contains more than 4% garnet (Figure 12). Garnetiferous biotite gneiss occurs as lenses in the biotite gneiss. These lenses might be continuous and represent aluminous layers, but due to the small number of outcrops, this continuity cannot be established. The contact between the biotite gneiss and the garnetiferous biotite gneiss is

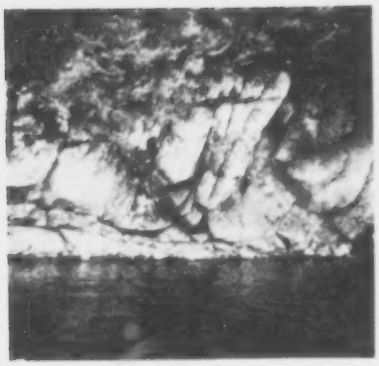


FIGURE 12 - Gneiss à biotite et grenat à pendage presque vertical sur la rive sud du Grand lac Victoria. / *Biotite-garnet gneiss with sub-vertical dip on the south shore of Grand lac Victoria.*

grenat est graduel et, par endroits, imperceptible.

L'examen de plusieurs lames minces révèle que la roche ressemble beaucoup au gneiss à biotite. Les cristaux de grenat rouge ont une grosseur moyenne de 2.5 mm, mais on en trouve qui ont un diamètre de 25 mm. Le grenat forme des grains plus grossiers que ceux des autres constituants de la roche. Ces grains sont presque toujours globulaires, même si les autres minéraux sont allongés. Ils contiennent de nombreuses inclusions poecilitiques de quartz, plagioclase et biotite. Dans certains cas nous avons observé des inclusions multiples ou composées, i.e., des inclusions de plagioclase enrobées de quartz. Dans quelques grains la disposition des inclusions est régulière et le quartz ou le feldspath sont en zones parallèles à la bordure du grain ou sont disposés suivant des zones concentriques. Des cristaux courbés de biotite enveloppent parfois le grenat. L'indice de réfraction du grenat, déterminé sur 4 échantillons, varie de 1.773 à 1.784.

Les analyses modales de 8 lames minces de gneiss à biotite grenatifère sont présentées au tableau 6.

gradual and, in places, imperceptible.

Examination of many thin sections shows that the garnetiferous biotite gneiss is very similar to the biotite gneiss. Red garnet crystals have an average size of 2.5 mm, but some reach 25 mm. Garnet is coarser grained than the other minerals, and has a rounded outline, in comparison with the elongated shapes of the other constituents. Garnet poikilitically contains numerous inclusions of quartz, plagioclase, and biotite. In some garnets, multiple or composite inclusions are present, i.e. inclusions consisting of plagioclase surrounded by quartz. In a few grains, the disposition of the inclusions is regular, and the quartz and feldspar occur in parallel zones at the edge of the grain or in concentric zones. Curved crystals of biotite wrap around garnet. The refractive index of garnet, measured in 4 samples, ranges from 1.773 to 1.784.

The modal analyses of 8 thin sections of garnetiferous biotite gneiss are presented in Table 6.

TAB. 6 - ANALYSES MODALES DE GNEISS A BIOTITE GRENATIFERE / *MODAL ANALYSES OF GARNETIFEROUS BIOTITE GNEISS*

| Minéraux | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Minerals |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Quartz | 6.5 | 24.8 | 30.5 | - | 27.2 | 30.7 | 19.4 | 14.0 | Quartz |
| Plagioclase | 50.4 | 49.4 | 49.8 | 31.1 | 39.3 | 45.8 | 65.0 | 51.4 | Plagioclase |
| Biotite | 16.7 | 20.2 | 15.2 | 22.8 | 11.6 | 14.6 | 11.1 | 15.3 | Biotite |
| Grenat | 15.6 | 4.8 | 4.5 | 41.6 | 21.8 | 8.6 | 4.5 | 15.5 | Garnet |
| Orthose | 10.4 | 0.4 | - | 4.3 | - | - | - | tr. | Orthoclase |
| Magnétite-pyrite | tr. | 0.3 | - | - | - | tr. | - | - | Magnetite-pyrite |
| Apatite | - | tr. | tr. | - | tr. | tr. | - | tr. | Apatite |
| Hypersthène | - | - | - | - | - | - | - | 3.6 | Hypersthene |
| Plagioclase | $An_{21}$ | $An_{26}$ | $An_{26}$ | $An_{34}$ | $An_{30}$ | $An_{30}$ | $An_{20}$ | $An_{36}$ | Plagioclase |

## GNEISS A BIOTITE, GRENAT ET SILLIMANITE

Cette roche est semblable au gneiss à biotite grenatifère et on la trouve sous forme de petites lentilles ou bandes dans ce dernier. Elle affleure principalement dans la partie sud de la région, dans la baie Barker du Grand lac Victoria et à proximité du réservoir Dozois. Cependant, on l'observe aussi dans la moitié nord: à l'intersection de la route 117 et du chemin du barrage Bourque, à un endroit situé 1.5 mille au sud-ouest du lac MacLaurin, à deux milles au sud-est du barrage Bourque, près de la baie Grand-Détour du Grand lac Victoria et à l'est du Grand lac Victoria près de la ligne commune aux cantons de Lajoie et Granet. Le gneiss à sillimanite est probablement plus abondant que sa distribution ne semble l'indiquer sur la carte géologique.

La roche diffère quelque peu du gneiss à biotite grenatifère; la structure gneissique est mieux délimitée et la roche, en plus de contenir de la sillimanite, renferme une plus grande quantité de biotite.

## BIOTITE-GARNET-SILLIMANITE GNEISS

The biotite-garnet-sillimanite gneiss is similar to the garnetiferous biotite gneiss, and occurs as small lenses or bands in the latter. It outcrops mainly in the southern part of the area: in Barker bay of Grand lac Victoria and near Dozois reservoir. However, it also occurs in the northern half of the area: at the intersection of Highway 117 and the Bourque Dam road; at a place lying 1.5 miles southwest of MacLaurin lake; two miles southeast of Bourque dam, near Grand-Détour bay on Grand lac Victoria and east of Grand lac Victoria near the boundary between Lajoie and Granet townships. The sillimanite gneiss is probably more abundant than its distribution on the map indicates.

The rock is slightly different from the garnetiferous biotite gneiss: the gneissic structure is better developed, and the rock, in addition to containing sillimanite, contains a greater amount of biotite.

L'examen mégascopique et l'étude des lames minces montrent que la sillimanite se présente généralement en groupes de courts bâtonnets de 6 à 12 mm de long, associés intimement au grenat à la biotite. La sillimanite est généralement orientée selon la direction de la structure gneissique. Elle se trouve sous forme de courts bâtonnets orientés parallèlement aux clivages de la biotite, en fines aiguilles disposées irrégulièrement ou en grains trapus parallèles aux clivages de la biotite. Des aiguilles de sillimanite ont été observées le long des clivages de quelques grains de plagioclase. La sillimanite est aussi associée au grenat qu'elle pénètre. Elle semble toutefois provenir directement de la dégradation de la biotite. Le tableau 7 présente les résultats de deux analyses modales de gneiss à biotite, grenat et sillimanite.

Megascopic examination and thin-section study show that sillimanite generally occurs as clusters of short rods, 6 to 12 mm long, closely associated with garnet and biotite. The sillimanite is generally oriented with the gneissic structure. It occurs as short rods parallelling the biotite cleavage, as fine randomly oriented needles, or as stubby grains along the biotite cleavages Needles of sillimanite were observed along the cleavage of some plagioclase grains. It is also associated with garnet, which it penetrates, yet it seems to be derived directly from the breakdown of biotite. Table 7 shows the results of two modal analyses of biotite-garnet-sillimanite gneiss.

TAB. 7 - ANALYSES MODALES DU GNEISS A BIOTITE, GRENAT ET SILLIMANITE / *MODAL ANALYSES OF BIOTITE-GARNET-SILLIMANITE GNEISS*

| Minéraux | 1 | 2 | Minerals |
|---|---|---|---|
| Quartz | 24.6 | 6.5 | Quartz |
| Plagioclase | 47.7 | 29.9 | Plagioclase |
| Biotite | 18.6 | 29.6 | Biotite |
| Grenat | 8.5 | 13.2 | Garnet |
| Sillimanite | 0.3 | 12.1 | Sillimanite |
| Microcline | 0.2 | 8.7 | Microcline |
| Magnétite-Pyrite | tr. | tr. | Magnetite-Pyrite |
| Plagioclase | $An_{35}$ | $An_{28}$ | Plagioclase |

MIGMATITES

Dans presque toute la région, le gneiss à biotite est envahi par du matériel granitique et pegmatitique et cette invasion est accompagnée de granitisation et de formation de migmatites (figures 13 et 14). La migmatite

MIGMATITES

Throughout most of the map-area, the biotite gneiss is invaded by granitic and pegmatitic material (Figures 13 and 14). This invasion is accompanied by granitization and migmatite development. Migmatite is considered as a mixture

FIGURE 13 - Gneiss à biotite injecté de pegmatite et de matériel granitique. Le matériel granitique contient du grenat. Rive est du réservoir Dozois./ *Biotite gneiss on the east shore of Dozois reservoir. The gneiss is injected with pegmatite and granitic material. The granitic material contains garnet.*

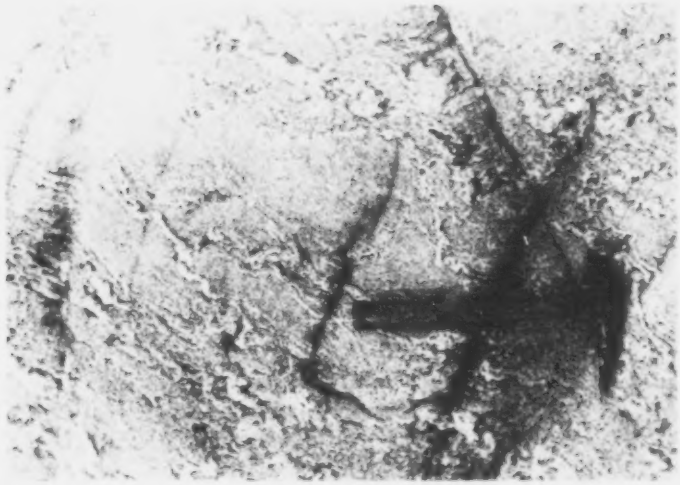


FIGURE 14 - Gneiss à biotite injecté. Nombreux plis ptygmatiques. Les lentilles foncées sont riches en grenat et sillimanite. / *Injected biotite gneiss with numerous ptygmatic folds. The dark lenses are rich in garnet and sillimanite.*

est considérée comme étant un mélange de matériel granitique et de résidus métasédimentaires. Les nombreuses intercalations de granite et de pegmatite qui caractérisent le gneiss à biotite sont typiques des roches transformées à un degré de métamorphisme élevé, où le métamorphisme et le magmatisme convergent (figures 15 et 16). Les injections "lit-par-lit", les lentilles concordantes et les masses discordantes sont communes.

of granitic material and metasedimentary restites. The numerous intercalations of granite and pegmatite that characterize the biotite gneiss are typical of rocks subjected to a high degree of metamorphism, where metamorphism and magmatism converge (Figures 15 and 16). Lit-par-lit injections, concordant lenses, and discordant bodies are common.

FIGURE 15 - Plis ptygmatiques dans le gneiss à biotite. / *Ptygmatic folds in biotite gneiss.*

FIGURE 16 - Gneiss à biotite avec de nombreuses couches de matériel granitique fortement plissé. / *Highly folded biotite gneiss with numerous layers of granitic material.*

STRUCTURES

Les deux principaux éléments de la structure des paragneiss sont la foliation et la linéation. Le terme foliation est utilisé ici pour désigner la stucture gneissique de la roche. La foliation consiste en une agrégation de lentilles ou de traînées de minéraux. Ces lentilles sont parfois riches en un minéral et le contraste entre chaque lentille adjacente forme un rubanement très évident. Nous distinguons cette foliation de la schistosité qui est constituée par l'arrangement des minéraux tabulaires dans un plan commun. Un schiste à biotite, analogue au gneiss à biotite à l'exception de sa structure, est décrit à la page 43.

La structure gneissique semble représenter dans la majorité des cas le litage originel de la roche. L'arrangement de la biotite et l'élongation commune des grains montrent que la foliation résulte en partie de la néoformation de certains minéraux selon des plans anisotropiques préexistants.

Nous avons distingué deux types de linéation dans le gneiss à biotite: le premier type est défini par l'orientation commune des cristaux tabulaires (biotite, hornblende) dans les plans de foliation et le second est souligné par des irrégularités similaires à des crénelures dans les plans de foliation. Ce dernier type est généralement parallèle au premier.

L'importance de ces linéations est discutable même s'il est établi qu'elles résultent de déformation et qu'elles sont indicateurs d'éléments cinématiques. Les relations entre les linéations et les déformations ne sont pas claires. Turner et Weiss (1963, p. 449-450) écrivent: "*L'alignement*

STRUCTURES

The two main elements of structure of the paragneisses are the foliation and the lineation. The term foliation is here used to designate the gneissic structure of the rock. The foliation consists of lenticular or streaky aggregations of minerals. These lenses are rich in one mineral, and the contrast between adjacent lenses makes the banding very evident. This foliation is distinguished from the schistosity, which is due to the arrangement of tabular minerals in a common plane. A biotite schist identical to the biotite gneiss, except in its structure, will be described later.

The gneissic structure appears to represent the original bedding of the rock, in most cases. The arrangement of biotite and the common elongation of grains indicate that the foliation resulted partly from the neoformation of some minerals along pre-existing anisotropic planes.

Two types of lineation have been distinguished in the biotite gneiss: the first is defined by the common orientation of tabular crystals (biotite, hornblende) in the foliation plane; the second is characterized by irregularities similar to crenulations in the foliation plane. This lineation is generally parallel to the first one.

The importance of the lineations is open to discussion, even if it is established that they were created during deformation and have kinematic significance. The relationship between lineations and deformation are not clear. On this, Turner and Weiss (1963, p. 449-450) wrote, "*Alignment of idioblastic prismatic*

*des cristaux prismatiques idioblastiques, c'est à dire la hornblende et l'épidote dans les amphibolites, ne fournit aucun indice regardant les propriétés de mouvement différentiel et de déformation, sauf pour les limitations imposées par la symétrie. Par exemple, la symétrie de cette sous-fabrique est compatible avec un écoulement laminaire parallèle ou normal à la linéation de même qu'avec d'autres types de mouvement ... (traduction). Plus loin (p. 494) l'auteur ajoute: "Les linéations définies par des marqueurs allongés ou étirés ou par l'allongement dimensionnel des minéraux xénoblastiques (tel le quartz) présentent ordinairement des indices de contrainte incompatibles avec de simples modèles de déformation planaire par des plis de cisaillement flexuraux ou par des plis de cisaillement (traduction).*

Ces opinions de Turner et Weiss sont énoncées ici pour illustrer la difficulté, sinon l'impossibilité, d'évaluer la signification des linéations. Aussi, nous ne pouvons affirmer qu'elles correspondent à la direction du mouvement (linéation "a") ou qu'elles sont dans une direction transversale au mouvement (linéation "b"). Pour déterminer la valeur des linéations il faudrait poursuivre des études de symétrie impliquant les foliations, les linéations, les plissements et les structures secondaires qui y sont généralement associées.

METAMORPHISME

L'assemblage minéralogique des gneiss à biotite, gneiss à biotite et grenat, et gneiss à biotite, grenat et sillimanite est celle des roches appartenant au sous-faciès sillimanite-grenat almandin du faciès almandin-amphibolite du métamorphisme

*crystals, e.g., of hornblende and epidote in amphibolites, gives no clue as to the properties of differential movement and strain, except for limitations imposed by symmetry. For example, symmetry of this subfabric is equally compatible with laminar flow parallel or normal to the lineation, and with other movement pictures as well"... And farther on (p. 494), "Lineations defined by elongated or stretched markers or by dimensional alignment of xenoblastic mineral grains (notably quartz) commonly present evidence of strain incompatible with simple models of plane deformation by flexural-slip folding or by slip folding".*

These opinions of Turner and Weiss are quoted here to illustrate the difficulty, if not the impossibility, of evaluating lineations. We cannot, therefore, state whether they correspond to the direction of movement ("a" lineation) or whether they are oriented in a direction across the movement ("b" lineation). To determine the meaning of the lineations, a study of symmetry involving associated foliations, lineations, folds, and secondary structures should be undertaken.

METAMORPHISM

The mineralogical assemblage of the biotite gneiss, the biotite-garnet gneiss, and the biotite-garnet-sillimanite gneiss corresponds to the sillimanite-almandine subfacies of the almandine-amphibolite facies of regional metamorphism.

régional. L'assemblage minéralogique caractéristique des roches pélitiques ou quartzo-feldspathiques dans ce sous-faciès est considéré par Turner (1958, p. 231) comme étant le suivant: quartz-microcline-sillimanite-almandin-(plagioclase-biotite). Le développement de migmatites et la convergence du magmatisme et du métamorphisme sont aussi caractéristiques de ce sous-faciès.

Dans l'angle nord-ouest de la région, à proximité du Grand lac Victoria, il est possible que l'intensité du métamorphisme soit inférieure à celle de l'angle sud-est. A cet endroit, l'assemblage minéralogique est quartz-plagioclase-biotite et la composition du plagioclase se rapproche de celle de l'oligoclase. Nous n'avons pas observé de disthène ou de staurotide dans la région mais Tiphane et Dawson (1950) mentionnent la présence de staurotide dans la région de Villebon, huit milles au nord de la région de Membré-Chalifoux. Ces éléments indiquent un affaiblissement de l'intensité du métamorphisme vers le nord-ouest, affaiblissement qui est à peine perceptible dans la région étudiée.

## RELATIONS STRATIGRAPHIQUES

Les relations stratigraphiques du gneiss à biotite sont parfois imprécises et il est par conséquent difficile de les définir exactement. Le gneiss est associé aux gneiss à pyroxène et hornblende avec lesquels il y a des contacts concordants et il semble que ces roches ont le même âge. Le matériel granitique et pegmatitique associé au gneiss à biotite est moins ancien que ce dernier. En effet il le recoupe à maints endroits et on y trouve de nombreuses inclusions de gneiss à biotite.

The mineralogical assemblage characteristic of pelitic or quartzofeldspathic rocks in this subfacies is considered by Turner (1968, p. 231) to be: quartz-microcline-sillimanite-almandine-(plagioclase-biotite). The development of migmatites and the merging of magmatism and metamorphism are also characteristic of this subfacies.

In the northwest corner of the area, near Grand lac Victoria, the grade of metamorphism is possibly lower than that in the southeast corner. In the northwest corner, the mineralogical assemblage is quartz-plagioclase-biotite, and the plagioclase is close to oligoclase in composition. Disthene and staurolite have not been observed in the map-area, but Tiphane and Dawson (1950) mentioned the presence of staurolite in the Villebon area, eight miles north of the Membré-Chalifoux area. These facts indicate a decrease in the grade of metamorphism to the northwest, a decrease that is hardly noticeable in the present area.

## STRATIGRAPHIC RELATIONSHIPS

The stratigraphic relationships of the biotite gneiss are not well understood. The gneiss is associated with hornblende-pyroxene gneiss. These two types of gneiss are concordant with respect to each other, and seem to have the same age. The granitic and pegmatitic material associated with the biotite gneiss is younger than the gneiss. Indeed, it cross-cuts the gneiss in many places, and contains numerous inclusions of biotite gneiss. The biotite schist, described page 43, seems

Le schiste à biotite, décrit à la page 43, semble être l'équivalent moins métamorphisé du gneiss à biotite.

AGE ET CORRELATION

Nous n'avons pas de déterminations de l'âge des roches de la région, mais Snelling (1962) mentionne 6 datations au K-Ar sur des échantillons prélevés dans les régions adjacentes (G.S.C. 59-80, 59-81, 59-82, 59-83, 59-84, 59-85).

Un des échantillons (59-81) provient d'un gneiss à biotite situé près de la borne milliaire 139 de la route 117, soit tout près de la limite nord de la région. L'âge obtenu est de 950 millions d'années. L'échantillon 59-80 provient d'un schiste à muscovite et biotite situé près de la borne milliaire 142 de la route 117 et donne un âge de 1680 millions d'années. Cet échantillon est à proximité du contact présumé entre les provinces de Supérieur et de Grenville.

Au sud de la région, 4 échantillons ont été prélevés, soit au milliaire 120 (59-82) dans la région de Canimiti, aux milliaires 116-117 (59-83) dans la région de Canimiti et aux milliaires 112 (59-84) et 107 (59-85) dans la région de Cawatose. Les âges obtenus sont respectivement de 895, 975, 850 et 1000 millions d'années. Snelling (1962, p. 15) écrit: "*Les quatre micas de la province de Grenville furent prélevés sur une distance d'environ 30 milles dans divers gneiss ayant peut-être subi un degré de métamorphisme légèrement différent. Leurs âges apparents définissent un petit champ de valeurs qui suggère que ces roches ont probablement été métamorphisées*

to be the less metamorphosed equivalent of the biotite gneiss.

AGE AND CORRELATION

No age determinations have been done on the rocks of the area, but Snelling (1962) mentions 6 K-Ar age determinations of samples taken from the adjacent areas (G.S.C. 59-80, 59-81, 59-82, 59-83, 59-84, 59-85).

One of these samples (59-81) comes from biotite gneiss located near milepost 139 of Highway 117, that is, near the northern boundary of the area. The age obtained is 950 million years. Sample 59-80 is from a muscovite-biotite schist located near milepost 142 (Highway 117), and gives an age of 1680 million years. This sample is located near the presumed boundary between the Superior and Grenville Provinces.

The other four samples were taken south of the area at milepost 120 (59-82) and milepost 116-117 (59-83) in the Canimiti area and at milepost 112 (59-84) and milepost 107 (59-85) in the Cawatose area. The ages obtained are respectively, 895, 975, 850, and 1000 million years. Snelling (1962, p. 15) writes, "*The four micas from the Grenville province were separated from various gneisses that possibly differed slightly in metamorphic grade, and were collected over a distance of about 30 miles. Their apparent ages fall within a narrow range of values suggesting that the last major metamorphism suffered by these rocks occurred between 850 and 1000 million years ago. The*

*entre 850 et 1000 millions d'années. Cette variation peut être expliqué comme étant le résultat d'erreurs expérimentales et de quantités légèrement variables d'argon dues à un échappement préférentiel ... "Ainsi il n'y a aucun doute que le métamorphisme régional, qui causa la cristallisation des roches sous les conditions des faciès amphibolite et granulite dans la province de Grenville, affecta une grande étendue de la surface terrestre et fut peut-être associé à une orogénèse de grande importance." (traduction).*

*spread in the apparent ages can best be explained as being the result of experimental errors and slight variable amounts of preferential argon leakage. ... "Thus there can be no doubt that the regional metamorphism that caused the crystallization of rocks under the conditions of the amphibole and granulite facies in the Grenville province affected a huge area of the earth's surface and was probably associated with an orogeny of major importance."*

## ORIGINE DES GNEISS A BIOTITE

Les gneiss à biotites sont des paragneiss qui sont, sans aucun doute, l'équivalent des grauwackes et grès métamorphisés du Témiscaming que l'on trouve à peu de distance au nord-ouest. Ces paragneiss ont toutefois été envahis par du matériel granitique et pegmatitique et leur origine est de ce fait obscurcie.

Les schistes à biotite observés à l'ouest du Grand lac Victoria ont une composition minéralogique analogue à celle des gneiss à biotite. Ces schistes sont semblables aux schistes du groupe de Pontiac qui affleurent plus à l'ouest et l'origine des deux roches peut être commune.

## ORIGIN OF THE BIOTITE GNEISSES

The biotite gneisses are paragneisses, which, without doubt, are equivalent to the less metamoprhosed Temiskaming greywacke and sandstone that are found a short distance to the northwest. These paragneisses, however, have been intruded by granitic and pegmatitic material, and their origin is therefore obscure.

The biotite schists observed to the west of Grand lac Victoria have a mineralogical composition analogous to that of the biotite gneisses. These schists are similar to the schists of the Pontiac Group, which outcrop farther west, and these two rocks may have a common origin.

## SCHISTE A BIOTITE

Le schiste à biotite affleure dans l'angle nord-ouest de la région, à l'ouest du Grand lac Victoria, où il se présente sous forme de lentilles dans le granite. On le trouve aussi, à quelques endroits, intimement mélangé au gneiss à biotite duquel il diffère très peu.

## BIOTITE SCHIST

Biotite schist outcrops in the northwest corner of the map-area, to the west of Grand lac Victoria, and occurs in the form of lenses in the granite. In a few places, it is also found intimately mixed with biotite gneiss, from which it differs very little.

Le schiste à biotite est à grain fin et gris pâle à gris foncé. La schistosité est très prononcée et consiste en une orientation dans le plan de foliation des deux grandes dimensions des minéraux allongés (biotite) pour former une suface régulière et plane. Une ségrégation des minéraux en bandes continues constitue un rubanement et, en ceci, la roche ressemble au gneiss à biotite. La différence majeure entre les deux types de roches réside dans l'arrangement plus régulier et uniforme de la biotite dans le schiste que dans le gneiss. De plus, dans le schiste, la quantité de biotite semble être légèrement supérieure et le grain plus fin.

Le schiste à biotite consiste en proportions à peu près égales de quartz, biotite et plagioclase, avec de l'apatite et de la pyrite comme minéraux accessoires. L'étude d'une lame mince montre que la biotite et le plagioclase sont légèrement altérés. Le plagioclase forme des grains de taille supérieure à celle des autres constituants. Le quartz possède une extinction roulante et est réparti uniformément sauf à quelques endroits où il est concentré en lentilles et où il forme des grains grossiers. On observe aussi sur les affleurements de fines bandes riches en quartz et feldspath. A l'est du Grand lac Victoria, la roche contient de nombreuses couches de matériel granitique et le grain est généralement grossier.

Le schiste à biotite ressemble beaucoup, tant par sa lithologie que par ses associations, au schiste du groupe de Pontiac qui affleure abondamment à l'ouest. Les deux types de roches ont en commun plusieurs caractéristiques: ces roches sont associées à

The biotite schist is fine grained, and light to dark grey in colour. The schistosity is very pronounced, and is due to the fact that the elongated minerals (biotite) lie with their two large dimensions in the plane of the foliation, thus forming a regular and planar surface. A segregation of the minerals into continuous bands constitutes a banding, and in this, the rock ressembles the biotite gneiss. The major difference between the two rock-types resides in the more regular and uniform orientation of the biotite in the schist than in the gneiss. Furthermore, the proportion of biotite seems to be slightly higher and the grain size finer in the schist.

The biotite schist consists of approximately equal proportions of quartz, biotite, and plagioclase, with apatite and pyrite as accessory minerals. Study of a thin section shows that biotite and plagioclase are both slightly altered. Plagioclase forms larger grains than the other constituents. Quartz exhibits an undulatory extinction, and is uniformly distributed, except for a few places where it is concentrated in coarse-grained lenses. Moreover, thin bands rich in quartz and feldspar can be seen on the outcrops. To the east of Grand lac Victoria, the rock contains numerous layers of granitic material, and the grain size is generally coarse.

In both lithology and association, the biotite schist strongly resembles the Pontiac Group schists, which outcrop abundantly to the west. The two rock-types have several characteristics in common: they both are associated with granitic intrusions, are

des intrusions granitiques, sont granitisées et contiennent de nombreuses zones de migmatites; leurs relations stratigraphiques et l'intensité du métamorphisme sont semblables; enfin, leur composition minéralogique et leur structure interne sont identiques.

Le schiste de Pontiac a été décrit par Freeman (1957) dans une région située approximativement à 12 milles à l'ouest de la région étudiée. La continuité lithologique et structurale entre les formations des deux régions n'est toutefois pas démontrée car aucun levé géologique n'a été accompli dans la zone intermédiaire. Cependant, nous avons examiné au cours de l'été des affleurements dans les régions adjacentes jusqu'à une distance approximative de huit milles à l'ouest du Grand lac Victoria, soit à 4 milles de la région de Freeman (jusqu'à l'extrémité sud du lac Bend), et nous avons constaté la continuité du schiste à biotite suivant une orientation structurale variant de nord-est à est-ouest. Il est donc plausible de considérer cette roche, comme appartenant au groupe de Pontiac, ou du moins comme lui étant équivalente.

granitized, and contain many migmatite zones; their stratigraphic relations and their metamorphic grade are similar; finally, their mineralogical composition and their internal structure are identical.

The Pontiac schists in an area located about 12 miles to the west of the present map-area were described by Freeman (1957). Lithological and structural continuity between the rocks of the two areas, however, has not been demonstrated, because no geological survey has been carried out in the intervening zone. However, outcrops were examined by the writer up to a distance of about 8 miles to the west of Grand lac Victoria, that is, 4 miles from Freeman's area (as far as the south end of Bend lake), and the continuation of the biotite schists along a structural trend varying from northeast to east was established. Therefore, it is plausible to consider this rock, if not as actually belonging to the Pontiac Group, at least as being equivalent to it.

## ORTHOGNEISS

Des roches de composition granitique sont intercalées dans le gneiss à biotite presque partout dans la région. Nous les groupons ici sous le vocable d'orthogneiss car nous croyons qu'elles représentent des roches ignées plutoniques. Il n'y a pas de grosses masses intrusives dans la région, sauf à l'ouest du Grand lac Victoria, mais la quantité d'orthogneiss, constituée par la somme des intercalations, est très importante.

## ORTHOGNEISS

Rocks of granitic composition are intercalated with biotite gneiss almost everywhere in the map-area. The former are grouped in this report under the name "orthogneiss", because they are believed to represent plutonic igneous rocks. There are no large intrusive bodies in the map-area, except west of Grand lac Victoria, but the amount of orthogneiss making up the intercalations is very large.

Les orthogneiss sont plus homogènes que les gneiss à biotite et leur composition est plus uniforme. Toutefois les variétés d'orthogneiss sont nombreuses et certaines ont la composition d'un granite alcalin alors que d'autres ont la composition du gneiss à biotite. De brusques changements de composition sont communs et ils s'observent souvent sur un seul affleurement. La transition entre certains gneiss granitiques et les paragneiss est souvent graduelle et à peine perceptible. Les orthogneiss sont en général accompagnés de matériel pegmatitique.

Les intercalations d'orthogneiss peuvent être de faibles dimensions et de distribution régulière dans le gneiss à biotite, qui devient alors un gneiss injecté lit-par-lit, ou elles peuvent être larges et de distribution irrégulière. Ici et là les orthogneiss recoupent les formations plus anciennes, mais ils sont généralement parallèles à la foliation.

Deux variétés principales d'orthogneiss ont été séparées sur la carte: le gneiss granitique rose et le gneiss granitique gris.

GNEISS GRANITIQUE ROSE

Ce gneiss affleure principalement dans l'angle sud-est de la région, aux environs du réservoir Dozois. Il forme de minces lentilles et de petites masses irrégulières dans le gneiss à biotite; il est fréquemment associé à la pegmatite rose dont il semble être l'équivalent à grain moyen. Les principaux constituants sont le quartz, le feldspath potassique et le plagioclase; les minéraux accessoires sont

The orthogneisses have a more uniform composition and are more homogeneous than the biotite gneisses. Nevertheless, there are many varieties of orthogneiss and some have the composition of alkaline granite while others have the composition of biotite gneiss. Sudden changes in composition are common and may be seen in a single outcrop. The transition between certain granitic gneisses and the paragneisses is commonly gradual and hardly perceptible. The orthogneisses are generally accompanied by pegmatitic material.

The orthogneiss intercalations may be of small size and of regular distribution in the paragneisses, thus forming lit-par-lit gneisses. Alternatively, the injected bodies may be large and of irregular distribution. The orthogneisses generally are concordant with the foliation, but locally they cross-cut older rocks.

Two main varieties of orthogneiss have been distinguished on the map: pink granitic gneiss and grey granitic gneiss.

PINK GRANITIC GNEISS

This gneiss outcrops mainly in the southeast corner of the map-area, in the vicinity of Dozois reservoir. It occurs as thin lenses and small irregular bodies in the biotite gneiss and in many places is associated with pink pegmatite, of which the granitic gneiss seems to be the medium-grained equivalent. The main constituents are quartz, potash feldspar, and plagioclase. The accessory minerals are biotite,

la biotite, la muscovite et l'apatite. La structure gneissique est définie par la forme allongée des grains et par la concentration des minéraux, notamment le quartz, en bandes.

La pétrographie du gneiss rose est identique à celle du gneiss gris; elle sera donc discutée sous le chapitre "Gneiss granulitique gris." Ajoutons seulement que le gneiss rose contient de 25 à 60% de feldspath potassique et qu'il passe graduellement au gneiss gris lorsque cette teneur décroit.

Peu de gneiss granitique rose est indiqué sur la carte car il forme peu de masses cartographiables; cependant,il est assez abondant.

GNEISS GRANITIQUE GRIS

Ce gneiss granitique est une roche grise à grain moyen ou fin qui affleure à divers endroits dans la région sous forme de lentilles dans le gneiss à biotite (figure 17). Il est généralement associé à la pegmatite grise.

Le gneiss est constitué principalement de plagioclase, de quartz et de microcline avec des quantités moindres de biotite. La structure gneissique est déterminée par l'alignement parallèle de la biotite et par la forme allongée des grains. La ségrégation de la biotite et du quartz en bandes séparées constitue ici et là un rubanement distinct. A certains endroits la roche est presque massive et la texture est granitique. Plusieurs lames minces montrent une granulation de la roche; des grains grossiers

muscovite, and apatite. The gneissic structure is due to the preferential orientation of the elongated grains and to the concentration of the minerals, especially quartz, in bands.

The petrography of the pink gneiss is identical to that of the grey gneiss, with the exception of the percentage of potash feldspar, and will be described with that of the grey gneiss in a later section. It is noted here only that the pink gneiss contains from 25 to 60% potash feldspar, and that it passes gradually into grey gneiss when this concentration decreases.

Little pink granitic gneiss is indicated on the map because it forms few bodies of mappable size. It nevertheless is quite abundant.

GREY GRANITIC GNEISS

This granitic gneiss is a grey, medium to fine grained rock, which outcrops in various places in the map-area in the form of lenses in the biotite gneiss (Figure 17). It is generally associated with grey pegmatite.

The gneiss consists principally of plagioclase, quartz, and microcline, with lesser amounts of biotite. The gneissic structure is determined by the parallel alignment of biotite and by the elongated shape of the grains. Segregation of biotite and quartz into separate bands results here and there in a distinct banding. In some places, the rock is almost massive, and the texture is granitic. Several thin sections show a granulation of the rock-coarse plagioclase grains and, in places,

de plagioclase et, à certains endroits, de microcline sont entourés d'une pâte finement grenue de quartz, plagioclase et biotite. On observe ici et là des indices de cisaillement accompagnés de failles mineures et de structures en mortier bien développées.

Le quartz est généralement interstitiel et a des contacts crénelés avec les grains adjacents. Le plagioclase est de composition $An_{20-26}$, s'altère légèrement en séricite ou paragonite et contient des inclusions de quartz et de plagioclase (de composition identique). L'extinction du plagioclase et du quartz est généralement roulante. Un matériel amorphe brun à rouge (hématite) occupe par endroits les plans de clivage du plagioclase.

microcline surrounded by a finely granulated groundmass of quartz, plagioclase, and biotite. Indications of shearing, accompanied by minor faults and well-developed mortar structures, are observed here and there.

Quartz is generally interstitial, and has serrated contacts with the adjacent mineral grains. Plagioclase has a composition $An_{20-26}$, is lightly altered to sericite or paragonite, and contains inclusions of quartz and plagioclase (of composition identical to that of the host). The extinction of plagioclase, and of quartz, is commonly undulatory. A brown to red amorphous material (hematite) in places occupies the cleavage planes of plagioclase.

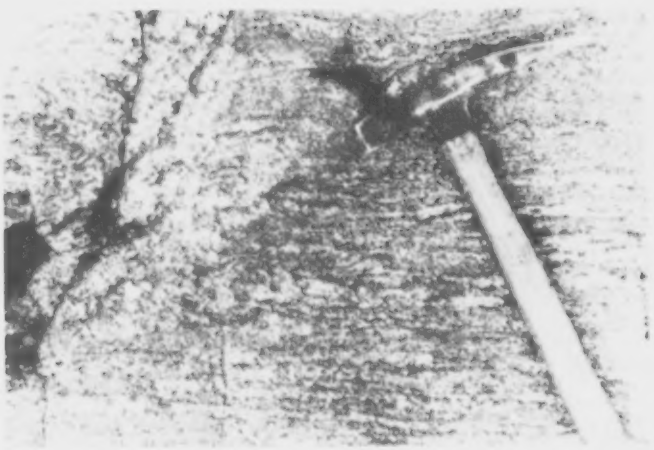


FIGURE 17 - Gneiss à biotite contenant une forte quantité de matériel granitique. / *Biotite gneiss containing a large amount of granitic material.*

Le microcline est présent en quantités variant de 1 ou 2% à 43%, et là où il est très abondant, la roche est rose. Le microcline est souvent perthitique et les exsolutions adoptent des formes diverses telles que plaques, fuseaux, filons ("films"), veines et tresses. L'antiperthite est aussi répandue; des plaques régulières de feldspath potassique occupent le plagioclase selon les directions des plans de clivage et de macle. Le microcline est presque partout en grains fins et interstitiels mais il forme parfois des veinules recoupant le plagioclase. Là où le microcline et le plagioclase sont en contact, il y a développement d'une auréole de réaction qui se présente comme une zone sodique autour du plagioclase ou comme des zones de myrmékites constituées d'inclusions vermiculées de quartz dans un bourgeon d'albite.

La biotite est de couleur jaune pâle à brun foncé et on y trouve souvent des halos pléochroïques vraisemblablement associés à de minuscules cristaux de zircon. Elle est en courtes paillettes quelquefois effilochées et enrobe parfois les grains de plagioclase.

Le tableau 8 présente les résultats de quatre analyses modales du gneiss granitique gris et d'une analyse modale du gneiss granitique rose (no 5).

The concentration of microcline is variable, from 1 or 2% to 43%. Rocks in which microcline is abundant are pink in colour. Microcline is commonly perthitic; the exsolved material occurs in various forms, such as patches, spindles, films, veins, and braids. Antiperthite is also common, regular plates of potash feldspar oriented in the plagioclase according to the directions of cleavage and twin planes. Microcline is almost everywhere fine grained and interstitial, but in places, forms veinlets cutting the plagioclase. Where microcline and plagioclase are in contact, a zone of reaction is developed. This zone may take the form of a soda-rich rim around the plagioclase, or of a band of myrmekite consisting of wormy inclusions of quartz in albite.

Biotite is from pale yellow to dark brown, and commonly contains pleochroic halos, which are probably due to tiny crystals of zircon. Biotite occurs as short flakes, some of which are ragged. In places, biotite surrounds grains of plagioclase.

Table 8 presents the results of four modal analyses of grey granitic gneiss, and one of pink granitic gneiss (no 5).

TAB. 8 - ANALYSES MODALES D'ORTHOGNEISS/
*MODAL ANALYSES OF ORTHOGNEISS*

| Minéraux | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Minerals |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Quartz | 25.9 | 25.4 | 20.2 | 32.8 | 22.8 | Quartz |
| Plagioclase | 64.9 | 59.0 | 59.5 | 34.2 | 31.1 | Plagioclase |
| Microcline | - | 9.4 | tr. | 27.5 | 42.4 | Microcline |
| Biotite | 9.1 | 6.2 | 17.0 | 4.2 | 3.3 | Biotite |
| Muscovite | - | - | 3.1 | 1.0 | - | Muscovite |
| Apatite | tr. | - | tr. | tr. | tr. | Apatite |
| Pyroxène | - | - | - | - | tr. | Pyroxene |
| Plagioclase | $An_{26}$ | $An_{20}$ | $An_{20}$ | $An_{20}$ | $An_{22}$ | Plagioclase |

ORIGINE

Il est difficile de distinguer les orthogneiss provenant des roches ignées mises en place avant la déformation de celles injectées au cours de la déformation. Nous n'avons pas fait cette distinction sur la carte mais nous sommes d'avis que la majorité des orthogneiss sont contemporains aux déformations, c'est-à-dire syntectoniques, et ceci à cause de la nature de leurs relations avec les paragneiss. En effet, le matériel igné est sous forme de lentilles ou de masses stratiformes parallèles à la foliation des paragneiss et les déformations ont affecté les deux roches également. D'ailleurs on trouve fréquemment des lambeaux de paragneiss dans les orthogneiss et le passage graduel d'un type de roche à l'autre est commun. La distribution presque homogène du gneiss granitique dans les paragneiss indique une mobilisation fort prononcée du matériel acide qui peut lui-même provenir de la fusion partielle des paragneiss. La présence de migmatites et la forte intensité du métamorphisme

ORIGIN

It is difficult to distinguish orthogneisses originating from igneous rocks emplaced before deformation from those injected during deformation. This distinction is not made on the map, but it is thought that most of the orthogneisses were emplaced contemporaneously with the deformation, that is, they are syntectonic. This conclusion is based on the relationships between the orthogneisses and the paragneisses. Indeed, the igneous material occurs as lenses or as stratiform bodies parallel to the foliation of the paragneisses, and deformation has affected the two rocks equally. Moreover, sheets of paragneiss are commonly found in the orthogneiss, and a gradual transition from one rock-type to the other is common. The nearly uniform distribution of granitic gneiss in the paragneisses indicates a very pronounced mobilization of acid material, which itself could have originated by partial fusion of the paragneisses. The presence of migmatites and the high intensity of regional metamorphism can only support this observation. In addition, the

régional ne peuvent qu'étayer cette observation. De plus, les orthogneiss ne semblent pas être rattachés à des masses intrusives de grandes dimensions mais forment plutôt des amas isolés. Certaines caractéristiques, telles que l'abondance des myrmékites et des textures cloisonnées dans la roche, sont considérées par Raguin (1957) comme critères d'anatexie. Toutefois il convient de noter que ces textures peuvent être expliquées différemment, soit par le métasomatisme ou la granulation mécanique. Les caractères de l'orthogneiss énumérés précédemment sont en général ceux des intrusions ou plutôt des roches mises en place dans la catazone.

orthogneisses do not seem to be related to the large intrusive bodies, but instead form isolated bodies. Some characteristics, such as the abundance of myrmekite and boxwork textures, can be considered as criteria for anatexis (Raguin, 1957). However, it is advisable to note that these textures may be explained differently e.g. metasomatism, or mechanical granution. The characteristics of the orthogneisses described above are in general those of intrusions, or rather, of rocks emplaced in the catazone.

Gillies (1952) mentionne que, dans la région de Canimiti, les faciès pegmatitiques associés aux roches granitiques sont gris dans le cas des plus anciens et roses dans le cas des plus récents. Nous n'avons pu faire cette distinction et nous croyons que les deux types sont contemporains. Il est à remarquer que les gneiss gris affleurent surtout dans la partie nord alors que les gneiss roses affleurent uniquement dans la partie sud de la région.

Gillies (1952) mentions that, in the Canimiti map-area, the pegmatites associated with the granitic rocks are grey in the case of the oldest pegmatites, and pink in the case of the youngest. The writer has not been able to make this distinction, and it is believed that the two types are contemporaneous. It is notable that the grey gneisses outcrop especially in the north part of the map-area, while the pink gneisses outcrop solely in the south.

## ANDESITE TRANSFORMEE EN AMPHIBOLITES

Cette roche métavolcanique affleure le long de la limite nord de la région sur quelques petites îles du lac Granet et à quelques endroits à proximité de la rive ouest du Grand lac Victoria. Elle est envahie par la pegmatite et le granite et semble représenter une ou plusieurs enclaves de grandes dimensions. L'amphibolite du lac Granet diffère quelque peu de celle du Grand lac Victoria et les deux roches seront décrites séparément.

## ANDESITE CONVERTED INTO AMPHIBOLITE

This metavolcanic rock outcrops along the northern limit of the map-area in a few small islands of Granet lake, and in a few places near the west shore of Grand lac Victoria. The rock is intruded by pegmatite and granite, and seems to represent one or several inclusions of large size. The amphibolite of Granet lake differs somewhat from that of Grand lac Victoria, and the two rocks will be described separately.

La roche du lac Granet est à grain fin, massive ou légèrement schisteuse, et de couleur vert foncé. Elle consiste principalement en courts cristaux prismatiques d'amphibole vert pâle avec quelques grains de feldspath, quartz, carbonate et pyrite. L'étude d'une lame mince montre que l'amphibole est pléochroïque de vert pâle à vert foncé, a un grand angle 2V et un angle d'extinction Z∧c de 27°. Elle forme des grains allongés à orientation commune et constitue approximativement 96% de la roche. Le plagioclase est peu abondant, environ 2%, et est légèrement altéré. Le reste de la roche est constitué d'oxydes de fer et de pyrite. Sur les affleurements, on distingue des structures ressemblant quelque peu à des coussinets, mais ces structures peuvent résulter de l'intempérisme le long des plans de diaclase. Tiphane et Dawson (1950) ont reconnu une roche semblable affleurant sur des îles du lac Granet tout près de la limite nord de notre région. Ils la considèrent comme une andésite altérée et écrivent: *"Les observations de terrain et les études microscopiques montrent que ces roches sont des laves dans lesquelles les minéraux originels ont été complètement altérés en une amphibole vert pâle et du carbonate, avec de la pyrite accessoire et quelques grains résiduels de quartz et de feldspath."(traduction)* Nos observations sont peu nombreuses mais nous croyons que ces amphibolites sont des roches volcaniques métamorphisées.

L'amphibole située près de la rive ouest du Grand lac Victoria est à grain moyen, massive et à texture hypidiomorphe-granulaire. Elle consiste surtout en hornblende (80%) vert pâle à grain grossier. L'angle d'extinction Z∧c de la hornblende est de 27° et l'angle 2V est grand. Le plagioclase, de composition $An_{34}$, constitue environ 8% de la roche; il se présente en grains

The rock of Granet lake, is massive or slightly schistose, fine-grained, and dark green. It consists principally of short, prismatic, pale green amphibole crystals, along with a small amount of feldspar, quartz, carbonate, and pyrite. Study of a thin section reveals that the amphibole is pleochroic, pale to dark green, has a large 2V, and an extinction angle Z∧c of 27°. It occurs as elongated grains with a common orientation, and makes up about 96% of the rock. Plagioclase makes up only about 2% of the rock, and is lightly altered. The remainder of the rock consists of iron oxides and pyrite. On the outcrop, structures may be seen that have some resemblance to pillows, but these structures may be the result of weathering along joint planes. Tiphane and Dawson (1950) recognized a similar rock outcropping on the islands of Granet lake very near the northern limit of the present map-area. They consider the rock as an altered andesite, and write: *"Field observations and microscopic studies indicate that these rocks are lavas in which the original minerals have been entirely altered to pale green amphibole and carbonate, with accessory pyrite and a few residual grains of quartz and feldspar."* Although the present writer has seen this rock in only a few places, he also believes that these amphibolites are metamorphosed volcanic rocks.

The amphibolite located near the west shore of Grand lac Victoria is medium grained, massive, and hypidiomorphic-granular. It consists mainly of pale green, coarse-grained hornblende (80%). The extinction angle Z∧c of the hornblende is 27° and the 2V is large. Plagioclase, whose composition is $An_{34}$, constitutes about 8% of the rock. It occurs as fine, interstitial grains, and

fins interstitiels et est quelque peu damouritisé. Une biotite jaune paille à vert foncé, résultant en partie de la dégradation de la hornblende, constitue à peu près 10% de la roche. On trouve de nombreuses inclusions de biotite dans la hornblende. L'apatite et les carbonates sont des minéraux accessoires peu importants.

L'origine de cette amphibolite est moins claire que celle de la précédente. Toutefois cette roche est recoupée par le granite et la pegmatite et semble se présenter en enclaves (figure 18). Nous croyons qu'elle représente aussi des laves métamorphisées.

is somewhat damouritized. Straw yellow to dark green biotite, formed in part as a result of the breakdown of hornblende, makes up about 10% of the rock. Numerous inclusions of biotite occur in the hornblende. Apatite and carbonate are the accessory minerals.

The origin of this amphibolite is less clear than that of the preceding amphibolite. However, this rock is intruded by granite and pegmatite, and seems to occur as inclusions (Figure 18). It is thought that this amphibolite also represents metamorphosed lavas.

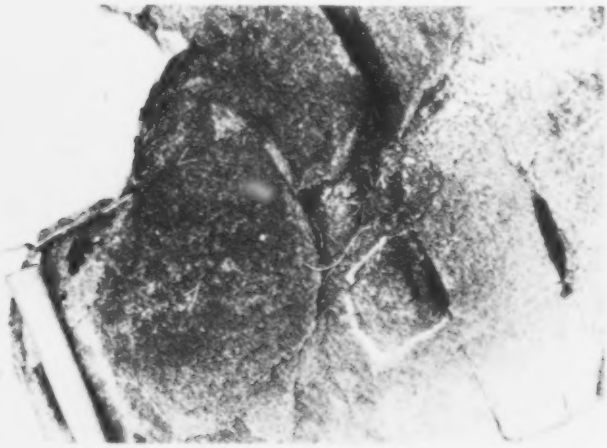


FIGURE 18 - Bloc d'amphibolite dans le gneiss granitique sur la rive sud du Grand lac Victoria. / *Amphibolite block in granitic gneiss on the south shore of Grand lac Victoria.*

D'autres amphibolites, de composition minéralogique différente, affleurent ailleurs dans la région et forment des filons-couches. Elles n'ont pas la même origine que les roches décrites précédemment et sont décrites séparément ci-dessous.

AMPHIBOLITES

Nous décrivons sous ce titre des roches d'origines diverses, dont la quantité d'amphibole est généralement élevée. Elles ont plusieurs caractères communs: elles forment des masses lenticulaires allongées dont les contacts concordent avec la structure des gneiss à biotite environnants; elle contiennent presque toutes une quantité appréciable de pyroxène et de plagioclase; la hornblende est le minéral prédominant; enfin, elles affleurent presque toutes dans le secteur nord-est de la région (figures 19, 20 et 21).

PETROGRAPHIE

L'amphibolite est une roche à grain fin ou moyen, généralement massive mais par endroits gneissique. Certaines variétés montrent un arrangement parallèle des cristaux de forme allongée. La couleur de la roche varie de vert foncé à brun foncé à noir. L'amphibolite consiste principalement en hornblende; elle comprend aussi des quantités appréciables de pyroxène et de plagioclase et les minéraux accessoires suivants: grenat, biotite, quartz, magnétite, ilménite, apatite et carbonates.

Other amphibolites, of different mineralogical composition, occur as sills elsewhere in the map-area. These do not have the same origin as the rocks described above, and are discussed separately below.

AMPIBOLITES

The rocks described under this heading have various origins, but they generally have high amphibole contents. They have several characteristics in common: they occur as elongated, lenticular bodies, which have contacts that are concordant with the surrounding biotite gneisses; almost all contain appreciable amounts of pyroxene and plagioclase; hornblende is the principal mineral; finally, almost all outcrops are in the northeast sector of the map-area (Figures 19, 20 and 21).

PETROGRAPHY

Amphibolite is a fine to medium grained rock, generally massive but in places gneissic. Some varieties show a parallel arrangement of the elongated crystals. The colour of the rock ranges from dark green to dark brown to black. Amphibolite consists mainly of hornblende along with appreciable amounts of pyroxene and plagioclase, and the following accessory minerals: garnet, biotite, quartz, magnetite, ilmenite, apatite and carbonates.

FIGURE 19 - Gneiss à biotite enrobant une lentille fortement déformée d'amphibolite et de gneiss granitique. / *Biotite gneiss surrounding a highly deformed lens of amphibolite and granitic gneiss.*

FIGURE 20 - Gneiss à biotite et amphibolite gneissique. / *Biotite gneiss and gneissic amphibolite.*

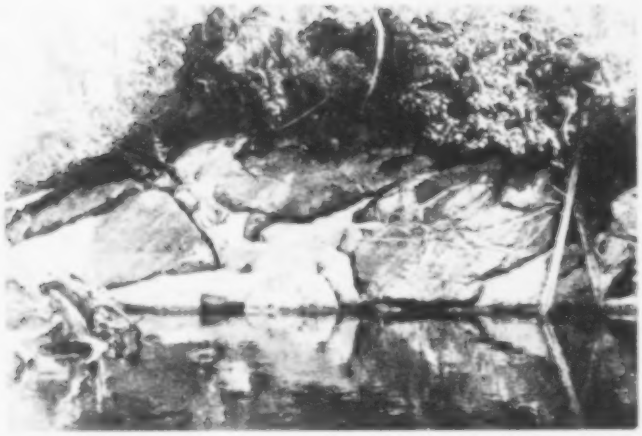


FIGURE 21 - Blocs d'amphibolite dans une pegmatite sur la rive sud-est du réservoir Dozois. / *Amphibolite block in a pegmatite on the southeast shore of Dozois reservoir.*

L'étude des lames minces révèle que la roche possède une texture hypidiomorphe-granulaire là où elle est massive. A quelques endroits, les cristaux de pyroxène et de hornblende sont disposés selon une orientation commune et définissent ainsi une structure gneissique. Le pyroxène et l'amphibole peuvent aussi former des grains grossiers beaucoup plus grands que ceux des autres constituants.

Thin-section study reveals that the rock, where massive, possesses a hypidiomorphic-granular texture. In places, pyroxene and hornblende crystals have a parallel orientation, and thus define a gneissic structure. Pyroxene and amphibole may also be much coarser grained than the other mineralogical constituents.

L'amphibole est une hornblende commune fortement pléochroïque de vert pâle à vert foncé, dont l'angle ZΛc est généralement de 26° et dont l'angle 2V est grand. Elle est quelquefois maclée. Les propriétés optiques de la hornblende des échantillons 1 et 2 du tableau 9 sont les suivantes:

The amphibole is a common hornblende, and is strongly pleochroic from pale to dark green. It has an extinction angle ZΛc of about 26° and a large 2V. In places, it is twinned. The optical properties of hornblende in samples 1 and 2 of Table 9 are as follows:

| (1) | (2) |
|---|---|
| $Z\wedge c = 26^{\circ}$; $2V = 80^{\circ}$ | $Z\wedge c = 28^{\circ}$; $2V = 80^{\circ}$ |
| $N_x = 1.651 \pm 0.002$ | $N_x = 1.653 \pm 0.002$ |
| $N_z = 1.668 \pm 0.002$ | $N_z = 1.667 \pm 0.002$ |
| $N_z - N_x = 0.017$ | $N_z - N_x = 0.014$ |

La hornblende contient fréquemment de petites inclusions de plagioclase, de pyroxène et de magnétite. On y observe aussi des halos pléochroïques autour de minuscules cristaux non-identifiés.

Hornblende commonly contains small inclusions of plagioclase, pyroxene, and magnetite. In addition, tiny unidentified crystals in the hornblende are surrounded by pleochroic halos.

Le pyroxène le plus commun est une augite incolore dont l'angle d'extinction $Z\wedge c$ est de $43^{\circ}$ et l'angle 2V, de $57^{\circ}$; l'augite est altéré en hornblende. L'hypersthène s'observe dans quelques lames minces et accompagne quelquefois l'augite; il est cependant peu répandu. Le plagioclase est moins abondant que les minéraux précédents mais il est présent dans toutes les lames minces. Sa composition varie entre $An_{34}$ et $An_{60}$, $An_{40}$ étant la composition la plus commune. Il est presque toujours légèrement altéré en séricite, possède parfois une extinction onduleuse et ne présente pas partout des macles distinctes. On observe des taches amorphes brun-rouge le long des plans de clivage.

The most common pyroxene is a colourless augite, which has an extinction angle $Z\wedge c$ of $43^{\circ}$ and a 2V of $57^{\circ}$; the augite is altered to hornblende. Hypersthene is observed in some thin sections, and in places, it accompanies augite; however, it is not widespread. Plagioclase is less abundant than the preceding minerals, but is nevertheless present in all thin sections. Its composition ranges from $An_{34}$ to $An_{60}$, $An_{40}$ being the most common composition. It is almost everywhere slightly altered to sericite, possesses in places an undulatory extinction, and is not everywhere distinctly twinned. Amorphous, reddish brown spots occur along its cleavage planes.

Les minéraux accessoires ne sont pas présents dans tous les échantillons étudiés. Le quartz, toujours en faibles quantités, est sous forme de particules arrondies dans le plagioclase ou en couches isolées dans la roche. Le grenat, rarement présent, forme des grains menus et fragmentaires.

The accessory minerals are not present in all of the samples that were studied. Quartz, everywhere in small quantities, occurs as rounded grains in plagioclase, and in isolated layers in the rock. Garnet, rarely present, occurs as tiny, fragmentary grains.

Le tableau 9 présente les analyses modales de trois échantillons d'amphibolite. Ces analyses illustrent bien les variations de la composition minéralogique de l'amphibolite.

Table 9 presents modal analyses of three samples of amphibolite. These analyses illustrate well the variations in mineralogical composition of the amphibolite.

TAB. 9 - ANALYSES MODALES D'AMPHIBOLITES /
*MODAL ANALYSES OF AMPHIBOLITES.*

| Minéraux | 1 | 2 | 3 | Minerals |
|---|---|---|---|---|
| Hornblende | 72.4 | 76.2 | 53.8 | Hornblende |
| Pyroxène | 14.7 | 0.7 | 36.4 | Pyroxene |
| Plagioclase | 12.8 | 21.1 | 5.5 | Plagioclase |
| Grenat | - | 0.7 | - | Garnet |
| Apatite | - | tr. | tr. | Apatite |
| Quartz | - | 1.0 | tr. | Quartz |
| Magnétite-ilménite | - | - | 3.8 | Magnetite-ilmenite |
| Plagioclase | $An_{60}$ | $An_{40}$ | $An_{34}$ | Plagioclase |

ORIGINE

L'origine des ces roches est obscure. Elles sont fréquemment associées aux gneiss à pyroxène, mais sont isolées par endroits. Elles contiennent presque toujours une forte quantité de pyroxène (à certains endroits de 2 types) et la composition du plagioclase est variable. De ceci, il appert que ce que nous appelons ici amphibolite peut n'être que le résultat ultime de la transformation de pyroxénites, de gneiss à hypersthène, de gneiss à augite et hypersthène et de roches gabbroïques. Les amphibolites peuvent aussi être des faciès à amphibole des gneiss à pyroxène.

Ces roches pourraient être juxtaposées aux gneiss à pyroxène dans le tableau des formations, mais à cause de leur origine incertaine nous préférons les placer plus haut car elles peuvent représenter des types de roches plus jeunes. Ces amphibolites diffèrent, non seulement par leur composition mais aussi par leurs associations et structures, des amphibolites dérivées

ORIGIN

The origin of these rocks is obscure. They are commonly associated with pyroxene-bearing gneisses, but in places, are isolated. They contain almost everywhere a large amount of pyroxene (in places, two types), and their plagioclase has a variable composition. From these observations, it appears that the rocks that are here being called amphibolite may only be the ultimate result of the transformation of pyroxenites, of hypersthene-bearing gneisses, of augite and hypersthene-bearing gneisses, and of gabbroic rocks. The amphibolites may also be amphibole-bearing facies of the pyroxene gneisses.

These rocks could be juxtaposed against the pyroxene-bearing gneisses in the Table of formations, but because of their uncertain origin, it is preferred to place them higher in the Table, since they may represent younger rock-types. These amphibolites differ, not only in terms of their composition but also in their associations and structures, from the previously-described amphibolites

de laves andésitiques décrites précédemment.

Gillies (1952) ne décrit pas de formations semblables dans la région de Canimiti mais mentionne un gabbro à hornblende (amphibolite?) (p. 34) qui ressemble quelque peu à certains types d'amphibolites décrits précédemment. Wahl et Osborne (1950) n'ont pas observé de roches identiques dans la région de Cawatose, de sorte que ces amphibolites semblent limitées à une zone étroite de direction nord-est.

PYROXENITE - PERIDOTITE

Des roches ultrabasiques ont été observées à plusieurs endroits dans la région. Nous décrivons ici, sous ce vocable, une roche grenue et à surface rugueuse qui contient de l'olivine ou de la serpentine et du pyroxène. La quantité d'olivine ou de serpentine est variable et détermine si la roche doit être appelée péridotite ou pyroxénite selon qu'elle est supérieure ou inférieure à 30%. Les deux types de roches sont décrits ensemble car nous croyons qu'ils sont apparentés et qu'ils ne peuvent pas être séparés arbitrairement par la rigueur d'une définition.

DISTRIBUTION

Les roches ultrabasiques affleurent surtout dans la partie ouest de la région. Nous mentionnons en détail la localité des divers affleurements parce que leurs associations minéralogiques habituelles sont significatives et importantes. Trois affleurements ont été relevés à un mille au sud-ouest de la chûte dans la partie supérieure de la

that were derived from andesitic lavas.

Gillies (1952) does not describe any similar rock-types in the Canimiti map-area, but does mention a hornblende-bearing gabbro (amphibolite?) (p. 30) that somewhat resembles certain types of amphibolite described above. Wahl and Osborne (1950) did not observe identical rocks in the Cawatose map-area, so that these amphibolites seem to be limited to a narrow northeast-striking zone.

PYROXENITE - PERIDOTITE

Ultrabasic rocks occur in several places in the map-area. These rocks are granular and have a rough surface, and consist of olivine or serpentine and pyroxene. The amount of olivine or serpentine is variable, and determines whether the rock is peridotite or pyroxenite, according to whether this amount is more or less than 30%. The two rock-types are described together, because it is believed they are related, and cannot be separated arbitrarily by a precise definition.

DISTRIBUTION

Ultrabasic rocks outcrop mostly in the western part of the map-area. The locations of all the outcrops are mentioned here because the mineralogical associations are significant. Three outcrops occur one mile southwest of the waterfall in the upper part of the Outaouais river. Two of these outcrops seem to belong to a dike, whereas the third

rivière des Outaouais. Deux de ces affleurements semblent appartenir à un dyke alors que le troisième peut être une partie d'un filon-couche. La pyroxénite affleure aussi à un demi-mille à l'est du lac Anwatan près de la tour d'observation. Un affleurement isolé de péridotite a été examiné au Grand lac Victoria à l'extrémité sud-est de la grande baie vis-à-vis la baie Grand-Détour. Un affleurement de pyroxénite est situé sur la rive nord-ouest du Grand lac Victoria à la baie Grand-Détour. A cet endroit, comme au précédent d'ailleurs, la roche affleure sur une petite île à environ dix pieds du rivage. Nous avons trouvé une autre lentille de pyroxénite sur une île près de la rive nord-ouest du Grand lac Victoria, dans la baie Kawastaguta, un mille et demi au sud de la limite nord de la région. Plusieurs affleurements se trouvent près de la rivière de la Baie à l'extrémité sud du Grand lac Victoria. De plus, un affleurement isolé est situé sur la rive est du Grand lac Victoria, quelque peu au sud-est du chemin du lac Granet (sur la rive opposée). Enfin, un autre affleurement est situé sur la rive est de la grande île dans le réservoir Dozois, deux milles et demi au sud de la ligne de canton Membré-Chalifoux.

may be part of a sill. Pyroxenite also outcrops 0.5 mile east of Anwatan lake, near the observation tower. An isolated outcrop of peridotite was examined on Grand lac Victoria, at the southeastern end of the large bay across from Grand-Détour bay. An outcrop of pyroxenite is situated on the northwest shore of Grand lac Victoria at Grand-Détour bay. At this location, as at the preceding, the rock outcrops on a small island about 10 feet from the shore. Another lens of pyroxenite was found on an island near the northwest shore of Grand lac Victoria, in Kawastaguta bay, 1.5 miles south of the northern limit of the map-area. Several outcrops occur near Baie river, at the south end of Grand lac Victoria, In addition, an isolated outcrop is situated on the east shore of Grand lac Victoria, a little to the southeast of the road from Granet lake (on the opposite shore). Finally, another outcrop is located on the east shore of the large island in Dozois reservoir, 2.5 miles south of the Membré-Chalifoux township line.

## PETROGRAPHIE

La roche est généralement massive, à grain moyen ou grossier et à texture homogène, hypidiomorphe-granulaire à panxénomorphe-granulaire. Quelques rares échantillons sont finement grenus alors que d'autres sont légèrement prophyriques. La surface altérée est très rugueuse à cause de la protubérance des cristaux de pyroxène alors que la cassure fraîche présente un aspect uniforme et est de couleur vert foncé à

## PETROGRAPHY

The rock is generally massive, medium to coarse grained, and has a homogeneous, hypidiomorphic- to panxenomorphic-granular texture. A few rare samples are fine grained, while some others are slightly porphyritic. The weathered surface is very rough because of the projection of pyroxene crystals, whereas the fresh surface has a uniform appearance, and is dark green to black. By examining hand-samples, one can

noir. On discerne à l'examen mégascopique de grands cristaux plats de pyroxène, de courtes fibres de trémolite-actinote et des grains interstitiels d'olivine.

identify large, flat crystals of pyroxene, short tremolite-actinolite fibres, and interstitial grains of olivine.

L'étude de sept lames minces indique que les principaux constituants sont le pyroxène, l'amphibole, la serpentine et l'olivine. Les minéraux accessoires suivants ont été identifiés: iddingsite, serpophite, magnétite, picotite, pléonaste, carbonate, talc, phlogopite et trémolite-actinote. Les résultats de trois analyses modales de roches ultrabasiques au compteur de points sont indiqués ci-dessous.

Study of seven thin sections reveals that the principal constituents are pyroxene, amphibole, serpentine, and olivine. The following occur as accessory minerals: iddingsite, serpophite, magnetite, picotite, pleonaste, carbonate talc, phlogopite, and tremolite-actinolite. The results of three modal analyses with a point-counter of ultrabasic rocks are given below.

TAB. 10 - ANALYSES MODALES DE ROCHES ULTRABASIQUES / *MODAL ANALYSES OF ULTRABASIC ROCKS.*

| Minéraux | 1 | 2 | 3 | Minerals |
|---|---|---|---|---|
| Pyroxène | 37.9 | 81.47 | 64.6 | Pyroxene |
| Hornblende | 55.3 | - | 30.2 | Hornblende |
| Olivine | 1.3 | 0.20 | - | Olivine |
| Serpentine | 4.5 | 12.80 | - | Serpentine |
| Magnétite | 0.9 | - | tr. | Magnetite |
| Calcite | tr. | tr. | - | Calcite |
| Phlogopite | - | 1.14 | 2.3 | Phlogopite |
| Picotite | - | 4.32 | - | Picotite |
| Talc | - | tr. | - | Talc |

Les quantités de pyroxène et d'olivine varient considérablement. Dans certains lames minces, la quantité de pyroxène est inférieure à 20% alors que les quantités d'olivine et de serpentine sont supérieures à 20%. L'amphibole constitue de 35 à 60% de la roche et cette quantité varie en fonction inverse de la quantité de pyroxène.

The proportions of pyroxene and olivine vary considerably. In some thin sections, the amount of pyroxene is less than 20%, while the amounts of olivine and serpentine are more than 20%. Amphibole makes up from 35 to 60% of the rock, and this amount varies inversely as the amount of pyroxene.

Le pyroxène forme des grains trapus altérés en plusieurs endroits soit en serpentine, soit en amphibole ou en talc. C'est un hypersthène caractérisé par un grand angle $2V_x$ négatif, une extinction parallèle et un faible pléochroïsme.

L'amphibole est une hornblende brun pâle, légèrement pléochroïque et caractérisée par un grand angle $2V_x$, un angle d'extinction Z∧c de $22^o$ et dans certains cas de $27^o$. La hornblende forme des grains grossiers généralement anhédraux. La trémolite-actinote est présente dans quelques lames minces sous forme de grains allongés provenant de l'altération du pyroxène.

L'olivine forme des grains anhédraux de faibles dimensions généralement disséqués par la serpentine et contenant parfois de faibles quantités d'oxydes de fer. On observe à plusieurs endroits de petites quantités d'olivine distribuées dans de gros amas de serpentine (figure 22). Ce dernier minéral remplace l'olivine dont il conserve quelquefois la forme. La serpentine et l'olivine ont tendance à former des masses isolées dans la roche. Toutefois, la serpentine est communément répandue le long des fractures et des clivages et en bordure des grains.

Le carbonate (probablement la calcite) est commun et se trouve en faibles quantités sous forme de plaques dans les zones serpentinisées et dans la hornblende.

Les minéraux accessoires sont l'iddingsite brun rouge (associée à la serpentine), la magnétite, la pyrrhotine, la picotite ou le pléonaste. Ces minéraux sont en petites quantités, généralement disséminées dans la roche.

Pyroxene forms stubby grains, which are commonly altered to serpentine, amphibole, or talc. The pyroxene is hypersthene, characterized by a large, negative $2V_x$, parallel extinction, and weak pleochroism.

The amphibole is a pale brown hornblende, weakly pleochroic, and characterized by a large $2V_x$, a Z∧c extinction angle of $22^o$, and, in certain cases, of $27^o$. Hornblende forms coarse, generally anhedral grains. Tremolite-actinolite is present in a few thin sections, occurring as elongated grains that originated during alteration of pyroxene.

Olivine occurs as small anhedral grains, generally dissected by serpentine and in places containing small quantities of iron oxides. Small amounts of olivine are commonly distributed through large masses of serpentine (Figure 22). Serpentine replaces olivine, whose form it locally conserves. Serpentine and olivine have a tendency to form isolated bodies in the rock. However, serpentine is widespread along cracks, cleavages, and grain boundaries.

Carbonate (probably calcite) is common, and is found in small amounts as patches in serpentinized zones and in hornblende.

The accessory minerals are reddish brown iddingsite (associated with the serpentine), magnetite, pyrrhotite, and picotite or pleonaste. These minerals are present in only small amounts, and generally are disseminated through the rock.

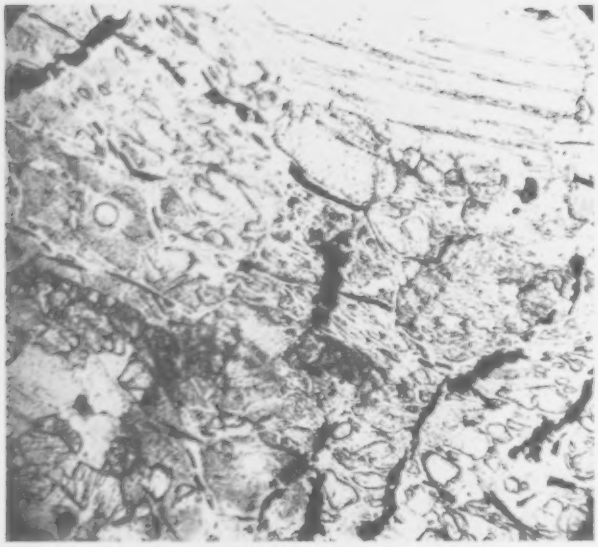


FIGURE 22 - Péridotite (20x). / *Peridotite (20x).*

Les divers affleurements de pyroxénite et péridotite ne semblent pas former un complexe important; ils appartiennent plutôt à quelques dykes et filons-couches indépendants.

Wahl et Osborne (1950) ne mentionnent pas la présence de roches de ce type dans la région de Cawatose au sud-est, alors que Gillies (1952, p. 15) décrit une roche semblable sous le titre "*roches à hypersthène, augite et amphibole en couches ou en lentilles.*" Toutefois la description de Gillies diffère quelque peu de la nôtre, car il mentionne la présence de feldspath et de grenat et il est donc probable que la roche à hypersthène ne corresponde pas à notre pyroxénite. Une étude rapide des lames minces de Gillies a révélé la présence d'environ 7% d'olivine dans une roche à hypersthène, augite et hornblende. Gillies (1952, p. 15) a placé la roche à hypersthène de la région de Canimiti à la base du tableau des formations. Toutefois,

The various outcrops of pyroxenite and peridotite do not form an important complex, but instead belong to independant dikes and sills.

Wahl and Osborne (1950) do not mention the presence of rocks of this type in the Cawatose map-area to the southeast, while Gillies (1952, p. 14) describes similar rocks as "*hypersthene-augite - amphibole rocks in layers or lenses.*" Gillies' description is somewhat different from the present one, however, since he mentions the presence of feldspar and garnet. It is likely, therefore, that the hypersthene-bearing rock does not correspond to the pyroxenite of the present map-area. A rapid study of Gillies' thin sections revealed the presence of about 7% olivine in a rock sample containing hypersthene, augite and hornblende. Gillies (1952, p. 15) placed the hypersthene-bearing rock of the Canimiti map-area at the

il ajoute dans ce tableau que la roche à hypersthène est associée à des amas intrusifs ultrabasiques plus récents. Il est alors difficile d'établir une corrélation entre les formations des deux régions.

Tiphane et Dawson (1950) mentionnent la présence de péridotite dans la région de Villebon au nord, mais ne donnent aucune description, se limitant à dire que la roche est identique à celle décrite par Norman (1944) dans la région de La Motte au nord-ouest. Or la description donnée par Norman montre que les péridotites de La Motte et de Villebon diffèrent de celles que nous décrivons ici. Il est donc apparent que les roches ultrabasiques de la région sont différentes de celles des régions avoisinantes et n'appartiennent pas à un complexe de grande étendue.

base of the Table of Formations. However, he adds in this table, that the hypersthene-bearing rock is associated with younger, ultrabasic intrusive bodies. It is, therefore, difficult to establish a correlation between the rock-types of the two map-areas.

Tiphane et Dawson (1950) mention the occurrence of peridotite in the Villebon map-area to the north, but give no description, except to say that the rock is identical to that described by Norman (1944) in the La Motte map-area to the northwest. Now, the description given by Norman shows that the peridotites of La Motte and Villebon differ from those described in the present report. Hence, it is apparent that the ultrabasic rocks of the present map-area are different from those of the neighbouring areas, and do not belong to a complex of great extent.

## GRANITE A MUSCOVITE ET/OU A BIOTITE

Divers types de roches granitiques affleurent dans l'angle nord-ouest de la région, à proximité du lac Granet, et à quelques endroits isolés dans la région. Le granite ne forme des masses étendues qu'à l'ouest du Grand lac Victoria où il est directement associé et intimement mélangé à la pegmatite; ailleurs, il forme des amas irréguliers ou lenticulaires associés aux paragneiss et orthogneiss. La distribution du granite est assez difficile à déterminer avec précision à cause des mélanges avec d'autres variétés de roches. Ainsi certains affleurements de granite ne sont pas montrés sur la carte à cause de la grande échelle de celle-ci. Le granite est indiqué là où il constitue la variété de roche la plus abondante.

## MUSCOVITE AND/OR BIOTITE GRANITE

Various types of granitic rock outcrop in the northwest corner of the map-area, in the vicinity of Granet lake, and in a few isolated places in the area. Granite forms extensive bodies only west of Grand lac Victoria where it is directly associated and intimately mixed with pegmatites; elsewhere, it forms irregular or lenticular bodies associated with paragneiss and orthogneiss. The distribution of granite is quite difficult to determine because of its intermixing with other kinds of rock. Thus, certain granite outcrops are not shown as such on the map because of its large scale. Granite is indicated on the map where it is the most abundant rock-type.

PETROGRAPHIE

Le granite à l'ouest du Grand lac Victoria est généralement uniforme et homogène, mais ailleurs il est de composition variée et pourrait être considéré comme un faciès à texture massive des orthogneiss. Il est massif, par endroits gneissique, à grain fin et/ou moyen, de couleur grise à rose et à texture variant de subautomorphe-granulaire à panxénomorphe-granulaire. Dans quelques variétés les grains de plagioclase sont grossiers, quelque peu arrondis, et sont entourés de quartz et de plagioclase granulés. Dans d'autres, les grains de biotite ont une orientation commune; les grains de quartz et de plagioclase sont indentés ou disposés en mosaïque et la structure de la roche est légèrement gneissique. Le quartz et le plagioclase ont parfois une extinction roulante et les grains sont un peu déformés.

Le granite est constitué principalement de plagioclase, quartz et microcline avec de faibles quantités de biotite, muscovite, apatite, oxydes de fer, grenat et zircon. Le quartz est généralement interstitiel mais il peut aussi se trouver dans le plagioclase sous forme d'inclusions arrondies et isolées ou sous forme de vermicules dans les bourgeons de myrmékite.

Le plagioclase varie entre $An_8$ et $An_{25}$ et sa composition moyenne est $An_{20}$. Il est fortement altéré par endroits en séricite ou paragonite et les produits d'altération sont

PETROGRAPHY

The granite of the west of Grand lac Victoria is generally uniform and homogeneous, but elsewhere, granite has a variable composition and could be considered as a massive variety of orthogneiss. Granite is massive, locally gneissic, fine and/or medium-grained, grey to pink, and hypidiomorphic to panxenomorphic granular. In some varieties, plagioclase grains are coarse, somewhat rounded, and are surrounded by granular quartz and plagioclase. In others, biotite grains have a common orientations, quartz and plagioclase grains are interlocking or arranged in a mosaic, and the structure of the rock is slightly gneissic. In places, quartz and plagioclase grains have an undulatory extinction and are slightly deformed.

Granite consists mainly of plagioclase, quartz, and microcline, along with small amounts of biotite, muscovite, apatite, iron oxides, garnet, and zircon. Quartz is generally interstitial but may also occur as rounded, isolated inclusions in plagioclase, or as wormy bodies in myrmekite.

Plagioclase has an average composition of $An_{20}$, and ranges in composition from $An_8$ to $An_{25}$. It is altered along twin planes, in places strongly, to sericite or paragonite. The alteration

disposés le long des plans de macles. L'altération est souvent limitée au centre des grains, mais quelques grains de plagioclase sont surtout altérés en bordure alors que d'autres le sont uniformément. Au contact des grains de microcline et de plagioclase, on trouve des bordures sodiques claires autour du plagioclase ainsi que de nombreuses zones de myrmékite. Les inclusions de microcline sont abondantes dans le plagioclase qui est alors antiperthitique. Le microcline est presque toujours interstitiel et forme des grains xénomorphes fins ou moyens qui recoupent le plagioclase ici et là. A quelques endroits, il forme des grains grossiers contenant de nombreuses inclusions de plagioclase et de quartz. Le microcline est perthitique et les exsolutions de plagioclase forment des filons, veines, plaques et entrelacements.

La biotite est jaune paille à brun foncé, légèrement altérée et quelque peu effilochée. On y observe souvent des halos pléochroïques autour de minuscules particules de zircon. La biotite est peu abondante dans le granite, mais près des lentilles de schiste à biotite, on en observe de grandes quantités. La muscovite accompagne parfois la biotite mais elle est généralement le seul mica dans la roche. Ce minéral n'est pas abondant.

Le tableau 11 présente quatre analyses modales des divers types de roches granitiques. On constate que, dans certains cas, la composition minéralogique de ces roches correspond à celle des orthogneiss. Les analyses 1 et 2 sont des échantillons de granite provenant de la région du lac Granet et sont caractéristiques du granite à muscovite et du granite à muscovite et biotite. Les analyses 3 et 4 sont des

is commonly limited to grain centres, but some grains are altered mainly near their edges while others are uniformly altered. At contacts between microcline and plagioclase grains, there are fresh sodic borders around the plagioclase, as well as zones of myrmekite. There are a large number of microcline inclusions in plagioclase, which is consequently antiperthitic. Microcline is commonly interstitial, and occurs as anhedral, fine to medium grains that penetrate plagioclase here and there. In some places, it forms coarse grains that contain numerous inclusions of plagioclase and quartz. Microcline is perthitic, and the exsolved plagioclase forms films, veins, patches, and braids.

Biotite is straw yellow to dark brown, slightly altered, and somewhat ragged in appearance. Commonly present are pleochroic halos surrounding tiny grains of zircon. Biotite is not abundant in granite, but near lenses of biotite schists, it occurs in large amounts. Muscovite locally accompanies biotite, but in general, where it occurs, muscovite is the only mica in the rock. Muscovite is not abundant.

Table 11 presents four modal analyses of various types of granitic rocks. It is apparent that some of these rocks have the mineralogical composition of orthogneiss. Analyses 1 and 2 are of samples of granite that come from the Granet Lake area, and are characteristic of muscovite granite and muscovite-biotite granite. Analyses 3 and 4 are of granite from the Grand lac Victoria and Dozois Reservoir areas,

granites des régions du Grand lac Victoria et du réservoir Dozois et ressemblent aux analyses d'orthogneiss.

and resemble analyses of orthogneiss.

TAB. 11 - ANALYSES MODALES DE GRANITE / *MODAL ANALYSES OF GRANITE.*

| Minéraux | 1 | 2 | 3 | 4 | Minerals |
|---|---|---|---|---|---|
| Quartz | 30.5 | 28.7 | 33.4 | 33.2 | Quartz |
| Microcline | 14.7 | 28.6 | 3.5 | 2.6 | Microcline |
| Plagioclase | 53.1 | 35.1 | 63.0 | 61.2 | Plagioclase |
| Biotite | tr. | 3.3 | - | 2.9 | Biotite |
| Muscovite | 1.6 | 3.7 | - | - | Muscovite |
| Apatite | tr. | - | - | - | Apatite |
| Magnétite | tr. | - | - | - | Magnetite |
| Grenat | - | tr. | - | tr. | Garnet |
| Zircon | - | - | - | tr. | Zircon |
| Plagioclase | $An_{20}$ | $An_{8}$ | $An_{20}$ | $An_{25}$ | Plagioclase |

ORIGINE

Le granite à muscovite et à biotite des environs du lac Granet se prolonge dans la région adjacente au nord et y a été observé par Lowther (1936) et Tiphane et Dawson (1950). Lowther (1936), décrivant les formations de la région de Villebon-Denain, mentionne un batholite de granite à oligoclase. Tiphane et Dawson (1950) mentionnent aussi la présence d'un granite à muscovite et d'un granite à muscovite et biotite dans le canton de Granet. Ils ajoutent aussi que ces granites font partie de batholites.

Dans la région de Membré-Chalifoux le granite ne forme pas de masses de grande étendue et nous ne pouvons y appliquer le terme de batholite. Le

ORIGIN

The muscovite and biotite granite in the vicinity of Granet lake continues into the adjacent area to the north, and was observed there by Lowther (1936) and Tiphane and Dawson (1950). Lowther (1936), describing the rocks of the Villebon-Denain map-area, mentions an oligoclase granite batholith. Tiphane and Dawson (1950) also note the occurrence of muscovite granite and muscovite-biotite granite in Granet township. They add that these granites occur in the form of batholiths.

In the Membré-Chalifoux area, granite does not form bodies of great extent, and cannot be considered batholithic. The granite is massive, but a

granite est massif, mais certaines parties sont gneissiques, indiquant une déformation. Il contient de nombreuses enclaves de schiste à biotite et de roches métavolcaniques indiquant qu'il est d'âge postérieur à ces roches. Nous croyons que ce granite a été mis en place, ou du moins remobilisé pendant la période orogénique durant laquelle la région a subi le métamorphisme régional qui la caractérise. Toutefois, nous ne saurions dire si ce granite est dans tous les cas, celui qui est à l'origine de l'orthogneiss. Les variétés dépourvues de microcline semblent correspondre à l'orthogneiss auquel elles sont d'ailleurs associées, mais le granite à muscovite du lac Granet est différent de l'orthogneiss tant par sa texture et sa structure que par sa composition minéralogique.

gneissic structure is present locally and is indicative of deformation. The granite contains numerous inclusions of biotite schists and metavolcanic rocks, indicating that the granite is younger than these rocks. It is believed that this granite was emplaced, or at least, remobilized, during the episode of regional metamorphism. However, it cannot be said whether every body of orthogneiss had its origin in granite of this sort. The microcline-free varieties of granitic rock seem to correspond to the orthogneiss with which they occur. However, the muscovite granite of Granet lake is different from the orthogneiss, as much in its texture and structure as in its mineralogical composition.

PEGMATITE

La pegmatite affleure surtout dans l'angle nord-ouest de la région à proximité du lac Granet. On la trouve à cet endroit sous forme de dykes ou de grandes masses irrégulières mêlées au granite à muscovite et au schiste à biotite. La roche est généralement massive, quoique gneissique par endroits, et de couleur variant de gris à rose selon la composition. La pegmatite possède des cristaux grossiers et, à certains endroits, les cristaux peuvent avoir jusqu'à 20 cm de diamètre. Les constituants principaux sont le quartz (25-35%), la perthite (20%), le plagioclase dont la composition est celle de l'oligoclase-andésine(30%), la biotite et/ou la muscovite (5%). Les minéraux accessoires sont le grenat, la magnétite, la tourmaline et le béryl. Le plagioclase et le feldspath potassique forment

PEGMATITE

Pegmatite outcrops mainly in the northwest corner of the map-area, near Granet lake. At this locality, it occurs as dikes or as large irregular bodies, mixed with muscovite granite and biotite schist. The rock is generally massive, although gneissic in places, and varies in colour from grey to pink according to its composition. Pegmatite is coarse grained, and in some places, crystals reach 20 cm in diameter. The main constituents are quartz (25-35%), perthite (20%), plagioclase, whose composition is oligoclase-andesine (30%), biotite and/or muscovite (5%). Accessory minerals are garnet, magnetite, tourmaline and beryl. Plagioclase and potash feldspar normally are very coarse grained, while quartz is interstitial. Quartz and potash feldspar locally occur in micrographic intergrowths. Here and

habituellement des grains très grossiers, alors que le quartz est interstitiel. Le quartz et le feldspath potassique forment quelquefois des intercroissances micrographiques. La biotite et la muscovite forment ici et là des feuillets atteignant jusqu'à 15 cm de diamètre. Sur quelques îles du lac Granet, nous avons observé de longs cristaux (12 à 20 cm) de tourmaline dans la pegmatite.

there, biotite and muscovite form sheets reaching 15 cm in diameter. On some islands in Granet lake, the pegmatite contains long (12 to 20 cm) crystals of tourmaline.

Cette pegmatite est directement associée au granite dont elle est un faciès à grain grossier.

This pegmatite is directly associated with granite, of which it is a coarse-grained facies.

La pegmatite est abondante à plusieurs autres endroits dans la région et elle se trouve sous forme de lentilles, filons-couches, injections lit-par-lit et petits dykes dans le gneiss à biotite et dans les orthogneiss (figure 23). La couleur, la texture, la structure et la composition de ces pegmatites sont très variables (figure 24). La pegmatite grise à plagioclase abonde alors que la pegmatite rose à feldspath potassique est moins commune (figure 25).

Pegmatite is abundant in several other places in the map-area, and occurs as lenses, sills, lit-par-lit injections, and small dikes in biotite gneiss and in orthogneiss (Figure 23). Colour, texture, structure, and composition of these pegmatites are highly variable (Figure 24). Grey plagioclase pegmatite is abundant, whereas pink potash-feldpsar-bearing pegmatite is less common (Figure 25).

Quelques dykes de pegmatite montrent une répartition des minéraux suivant des zones bien définies. De plus, les zones sont parfois soulignées par un changement de texture dans la pegmatite. Dans la majorité des cas, la partie centrale des dykes est riche en quartz alors que les bordures contiennent surtout du plagioclase et du microcline.

In some pegmatite dikes, the minerals are distributed in well-defined zones. Moreover, these zones are in places emphasized by a texture change. In most cases, the central part of the dikes is rich in quartz, whereas the borders contain mainly plagioclase and microcline.

La pegmatite associée aux gneiss à pyroxène, hornblende et grenat et au gneiss à pyroxène contient peu ou pas de quartz et est constituée principalement de plagioclase et de feldspath potassique avec de faibles quantités de pyroxène, amphibole et magnétite.

Pegmatite associated with pyroxene-hornblende-garnet gneiss and pyroxene gneiss contains little or no quartz, and consists mainly of plagioclase and potash feldspar along with small amounts of pyroxene, amphibole, and magnetite. Pink to red garnet is very common in

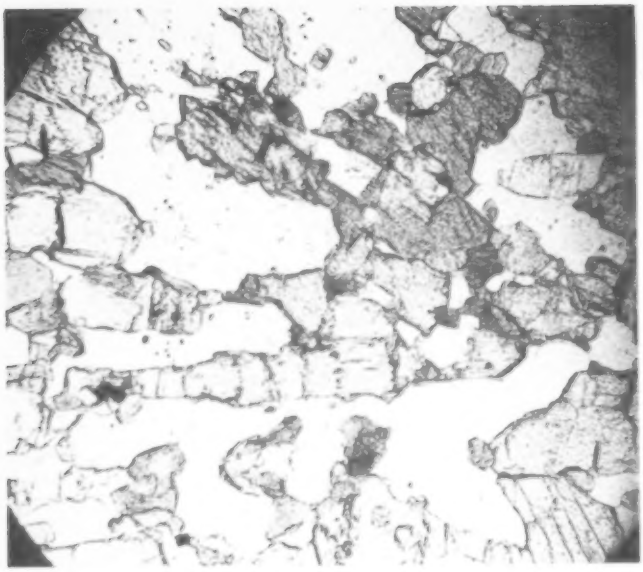


FIGURE 23 - Gneiss à hypersthène, plagioclase et hornblende (20x). / *Hypersthene-plagioclase-hornblende gneiss (20x).*

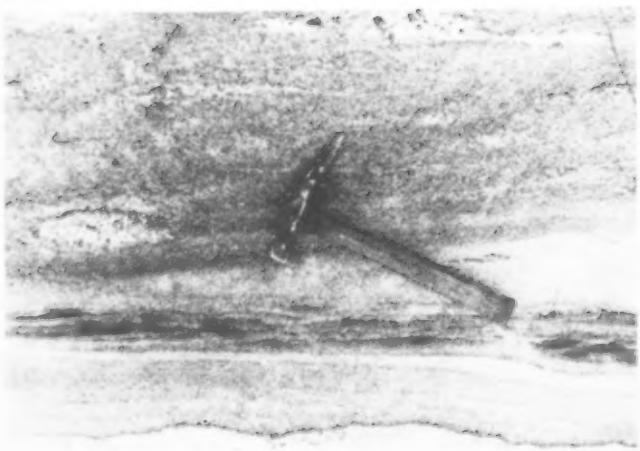


FIGURE 24 - Gneiss à biotite avec lentilles de pegmatite. La roche foncée est un gneiss à plagioclase et hypersthène. / *Biotite gneiss with pegmatite lenses. The dark rock is a plagioclase - hypersthene gneiss.*

FIGURE 25 - Gneiss à biotite avec pegmatite. La lentille discordante est du métagabbro. / *Biotite gneiss with pegmatite. The discordant lens is metagabbro.*

Le grenat rose à rouge est très commun dans la pegmatite et on y trouve des cristaux anhédraux de 4 cm de diamètre. L'indice de réfraction d'un grenat provenant d'une pegmatite est: 1.773±0.002. Dans les parties les plus déformées ou à proximité des failles, la pegmatite est souvent transformée en gneiss oeillé.

Wahl et Osborne (1950) ont distingué et séparé trois types de pegmatite, à savoir: une pegmatite grise, une pegmatite rose et une pegmatite alcaline contenant peu de quartz. De plus, ils ont décrit une pegmatite à amphibole. Nous avons reconnu ces types de pegmatite mais nous n'avons pu les séparer sur la carte. Ces pegmatites sont associées aux orthogneiss et leur origine est probablement commune. Elles peuvent représenter les résidus magmatiques injectés dans la roche ou

the pegmatite, occurring as anhedral crystals 4 cm in diameter. The refractive index of a garnet from one pegmatite is 1.773±0.002. In the most deformed parts, or near faults, pegmatite is commonly transformed into augen gneiss.

Wahl and Osborne (1950) distinguished and separated three types of pegmatite, namely grey pegmatite, pink pegmatite, and alkaline pegmatite with a low quartz content. In addition, they described an amphibole-bearing pegmatite. These pegmatite types were recognized in the present map-area, but they have not been separated on the map. They are associated with orthogneiss, and the two rock-types probably have a common origin. The pegmatites may represent residual

des ségrégations métasomatiques.

GNEISS OEILLE, BRECHE, MYLONITE

Ces roches affleurent sur les deux rives du Grand lac Victoria dans la baie Kawastaguta, sur la rive est de la rivière des Outaouais et du lac Anwatan et à l'extrémité sud du lac Beschefer. On les observe aussi à divers endroits (non indiqués sur la carte) dans les gneiss à biotite et la pegmatite.

Ces roches à structures cataclastique présentent tous les degrés de granulation mécanique, du gneiss oeillé à texture en mortier à la mylonite et à la pseudotachylite (figure 26).

magmatic fluids that were injected into the rock, or perhaps are metasomatic segregations.

AUGEN GNEISS, BRECCIA, MYLONITE

These rocks outcrop on both shores of Grand lac Victoria in Kawastaguta bay, on the east bank of the Outaouais river and Anwatan lake , and at the south end of Beschefer lake. They also occur in various places (not indicated on the map) in the biotite gneisses and in the pegmatite.

These rocks have a cataclastic structure, and exhibit all degrees of mechanical granulation, from augen gneiss with mortar textures to mylonite, to pseudotachylite (Figure 26).

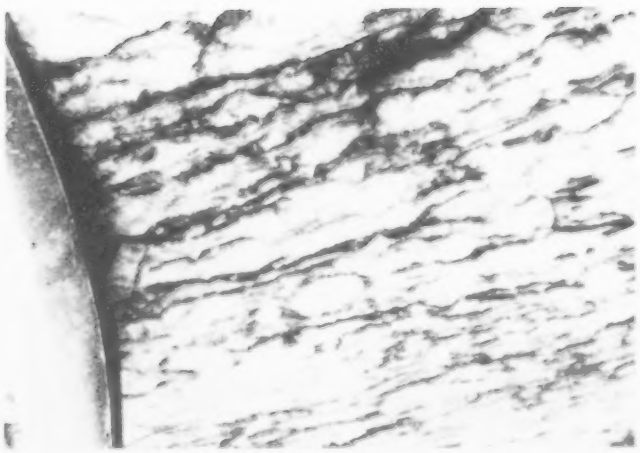


FIGURE 26 - Gneiss oeillé et matériel granitique sur la rive sud du lac Composite. / *Augen gneiss and granitic material on the south shore of Composite lake.*

PETROGRAPHIE

Le gneiss oeillé est à grain très fin et moyen, fortement cisaillé, et consiste en débris arrondis, ou anguleux par endroits, de plagioclase et de quartz noyés dans un ciment microcristallin constitué de quartz, plagioclase et biotite. Les fragments, généralement de plagioclase, ne sont pas répartis uniformément dans la roche mais sont distribués erratiquement le long de certaines zones irrégulières. Ils ne sont pas très abondants et sont rarement assez rapprochés les uns des autres pour avoir des contacts mutuels. La proportion des fragments à la mésostase est d'environ 1 à 3.

La mésostase est constituée de menus débris de quartz, de feldspath et de biotite constituant une trame cryptocristalline. Ces débris présentent invariablement une extinction roulante et les macles du plagioclase sont très diffuses. La biotite, très commune, occupe des couches très minces et enrobe parfois les porphyroclastes.

Certaines couches sont constituées uniquement de minéraux qui ont été fortement broyés de sorte qu'aucun des constituants n'est identifiable. Ces couches de mylonite sont intercalées dans le gneiss oeillé et correspondent à des zones de cisaillement et de mouvements très intenses. La mylonite est généralement blanche en suface altérée et gris foncé en surface fraîche. Elle passe ici et là à la kakirite avec l'apparition de porphyroclastes dans les débris broyés.

PETROGRAPHY

Augen gneiss is very fine to medium grained, strongly sheared, and consists of rounded, or in places, angular fragments of plagioclase and quartz scattered in a microcrystalline cement of quartz, plagioclase, and biotite. The fragments, generally of plagioclase, are not distributed uniformly in the rock, but are concentrated in certain irregular zones. The fragments are not very abundant, and are rarely close enough to each other to have mutual contacts. The proportion of fragments to mesostasis is about 1 to 3.

The mesostasis consists of fine fragments of quartz, feldspar, and biotite forming a cryptocrystalline fabric. These fragments invariably show an undulatory extinction, and the plagioclase twins are very diffuse. Biotite, which is common, occupies very thin layers and in places envelops the porphyroclasts.

In some layers, crushing has proceeded to the point where none of the constituents are identifiable. These layers of mylonite are intercalated with augen gneiss, and correspond to zones of shearing and very intense movement. Mylonite is generally white on the weathered surface, and dark grey on the fresh surface. Here and there, with the appearance of porphyroclasts in the finely crushed material, the mylonite passes into kakirite.

A certains endroits le gneiss oeillé et la mylonite passent à une roche noire à grain très fin et à cassure conchoïdale. Ce matériel aphanitique semble être constitué de matériel vitreux et peut être une pseudo-tachylite quoiqu'il est possible qu'il soit constitué de débris extrêmement fins. Dans quelques lames minces, des zones de minéraux vitreux entourant les porphyroclastes ou occupant des zones allongées, ont été observées. Il se peut que ces textures caractérisent le stade initial du développement de pseudo-tachylite.

In some places, the augen gneiss and mylonite pass into a black, very fine grained rock with conchoidal fracture. This aphanitic rock seems to consist of glassy material, and may be pseudotachylite, although it is possible that it consists of extremely fine debris. In a few thin sections, one can see elongated zones of glassy material or zones of glassy material surrounding the porphyroclasts. It may be that these textures characterize the initial stage in the development of pseudo-tachylite.

ORIGINE

Les roches cataclastiques sont des portions déformées du gneiss à biotite, des gneiss granitiques et de la pegmatite qui sont associées directement aux failles et aux zones de cisaillement. En plus de subir le métamorphisme régional, ces roches ont aussi subi un métamorphisme dynamique localisé mais intense.

Les roches cataclastiques sont placées dans la partie supérieure du tableau des formations car elles sont contemporaines aux déformations tectoniques. Il n'est pas établi si ces formations sont antérieures ou postérieures aux intrusions de diabase, mais il est plausible de croire qu'elles ont accompagné et suivi la période ou la région a subi le métamorphisme. Si les failles sont associées aux intrusions de diabase, selon la suggestion de Wilson (1956), les roches cataclastiques et la diabase sont alors contemporaines.

ORIGIN

The cataclastic rocks are the deformed parts of biotite gneiss, granitic gneiss, and pegmatite that are directly associated with faults and shear zones. In addition to having undergone regional metamorphism, these rocks were also subjected to localized, but intense, dynamic metamorphism.

The cataclastic rocks are placed in the upper part of the Table of Formations, because they were contemporaneous with tectonic deformation. It is not established whether this deformation was earlier or later than the intrusion of diabase, but it is possible that the diabase intrusion accompanied and followed the period of regional metamorphism. If the faults are associated with the intrusion of diabase, as was suggested by Wilson (1956), the cataclastic rocks and the diabase are therefore contemporaneous.

DIABASE - METADIABASE

Environ dix affleurements de diabase ont été examinés à divers endroits dans la région. Ils semblent appartenir, d'après leur orientation, à quatre ou cinq dykes de direction nord-nord-est et nord-est. Les dykes ont une largeur variant de quelques pouces à trois cent pieds. La longueur observée des dykes est généralement faible à cause du nombre restreint d'affleurements. La longueur maximum, obtenue par interpolation entre affleurements, est d'environ deux milles; toutefois, la longueur véritable est difficile à estimer car nous ne pouvons établir rigoureusement ni l'appartenance de tel affleurement à tel ou tel dyke, ni la continuité des dykes. La diabase forme des crêtes de faible élévation (20 à 30 pieds) orientées selon la direction du dyke.

La roche est massive, vert foncé, généralement à grain moyen, et possède une texture sub-ophitique ou ophitique. La bordure de certains dykes est finement grenue, tandis que le centre des dykes les plus larges est à grain grossier.

La diabase est constituée principalement de pyroxène, d'amphibole et de plagioclase calcique. Dans certains cas, le grenat, la biotite et les oxydes de fer sont des constituants majeurs. Les minéraux accessoires sont l'apatite et l'olivine. Le plagioclase, de composition moyenne $An_{28}$, est de forme allongée, en générale fortement altéré et possède dans certains cas une extinction roulante. Une fine poussière d'oxydes de fer occupe à plusieurs endroits la zone centrale ou la périphérie des bâtonnets de plagioclase et les rend opaques (figure 27). Les

DIABASE - METADIABASE

About ten outcrops of diabase from various places in the map-area have been examined. On the basis of their orientation, the outcorps appear to belong to four or five north-northeast and northeast striking dikes. The dikes have widths ranging from a few inches to about 300 feet. The observed length of the dikes is generally short, due to the small number of outcrops. The maximum length, obtained by interpolation between outcrops, is approximately 2 miles; however, the true length is difficult to estimate, because it is not possible to establish either the relationship of a particular outcrop to a particular dike, or the continuity of the dikes. Diabase forms ridges of low elevation (20 or 30 feet) oriented according to the strike of the dike.

The rock is massive, dark green, generallly medium grained, and possesses a subophitic or ophitic texture. The borders of some dikes are fine grained, while the centres of the wider dikes are coarse grained.

Diabase consists mainly of pyroxene, amphibole, and calcic plagioclase. In some cases, garnet, biotite, and iron oxides are major constituents. The accessory minerals are apatite and olivine. Plagioclase has an average composition of $An_{28}$, forms elongated grains, is generally strongly altered, and in some cases, possesses an undulatory extinction. A fine dust of iron oxides commonly occupies the central parts or the peripheries of plagioclase laths, and renders them opaque (Figure 27). Cleavages and fractures are commonly impregnated with iron oxide, and have a reddish-brown tint.

clivages et fractures sont fréquemment imprégnés d'oxyde de fer et ont une teinte brun-rouge. De petits feuillets de mica (séricite, paragonite) occupent le centre de certains bâtonnets et sont orientées parallèlement à la plus grande dimension des grains. Le pyroxène se présente sous forme de grains grossiers contenant des bâtonnets de plagioclase. Ce minéral est fortement altéré et on n'en trouve quelquefois que des vestiges contenant des inclusions d'oxydes de fer disposées régulièrement selon les clivages. Le pyroxène est une augite claire, non-pléochrofque, ayant un angle d'extinction Z^c de 44° et un grand angle 2V. Elle est par endroits transformée en hornblende ou en biotite. Ici et là les plages d'augite sont formées d'une agglomération de nombreux grains de faibles dimensions.

Small flakes of mica (sericite, paragonite) occupy the centres of some plagioclase laths, and these flakes are oriented parallel to the longest dimension of the grains. Pyroxene is coarse grained, and contains plagioclase laths. It is strongly altered, and in places, the only visible evidence of the original grains are iron oxide particles located along former cleavage planes. The pyroxene is a colourless, non-pleochroic augite, having a Z^c extinction angle of 44° and a large 2V. In places, it is altered to hornblende or biotite. Here and there, numerous small grains of augite cluster together.

FIGURE 27 - Métadiabase. Les bâtonnets de plagioclase contiennent une forte quantité de magnétite (20x). / *Metadiabase. The plagioclase laths contain abundant magnetite (20x).*

La hornblende est fortement pléochroïque, de vert pâle à vert foncé, et a un angle d'extinction de 16° et un grand angle 2V. Elle forme des grains courts et trapus. L'olivine est rare: elle n'a été observée que dans une lame mince. Elle est fortement altérée et est, de ce fait, difficile à identifier. La biotite est très commune et on l'observe habituellement à proximité, ou autour, de la magnétite et en association avec la hornblende. Elle exhibe un pléochroïsme prononcé, de jaune paille à vert foncé, et est légèrement altérée. Le grenat est aussi très commun et on le trouve dans toutes les lames minces. Il est rose, de forme irrégulière, et possède une texture symplektitique. On le rencontre autour des amas de pyroxène et de hornblende et dans le plagioclase dont il épouse la forme. En général, le grenat est en contact avec le plagioclase. La magnétite (ou autres oxydes de fer) est parfois abondante et forme des grains grossiers entourés de hornblende et biotite ou une fine poussière disséminée dans le pyroxène et le plagioclase.

Hornblende is strongly pleochroic, from pale to dark green, and has an extinction angle of 16° and a large 2V. It forms short, stuby grains. Olivine is rare, and has been observed in only one thin section. Because it is strongly altered, it is difficult to identify. Biotite is very common, and normally occurs near or around magnetite, and in association with hornblende. It exhibits a pronounced pleochroism, from straw yellow to dark green, and is slightly altered. Garnet is also very common, and is found in all thin sections. It is pink, has an irregular shape, and displays a symplectitic texture. It is found around the clusters of pyroxene and hornblende, and in plagioclase, whose form it adopts. In general, the garnet is in contact with the plagioclase. Magnetite (or other iron oxides) is locally abundant, and occurs as coarse grains surrounded by hornblende and biotite, or as a fine dust disseminated in pyroxene and plagioclase.

La magnétite, la hornblende, la biotite et le grenat sont souvent disposés régulièrement et présentent l'aspect d'auréoles de réaction. La disposition la plus commune est la suivante: au centre, un ou plusieurs grains grossiers de magnétite, entourés de biotite et/ou de hornblende, suivis par une enveloppe concentrique de grenat. Le grenat est contigu au plagioclase. Dans certains cas on trouve du pyroxène au centre de l'auréole, suivi de la magnétite, de la hornblende, de la biotite et du grenat. Dans d'autres cas, le pyroxène entoure la hornblende et précède le grenat. Ce dernier est toujours à l'extérieur de l'auréole. Les auréoles ressemblent quelque peu aux kélyphites,

Magnetite, hornblende, biotite, and garnet are commonly regularly arranged, and seem to occur in reaction aureoles. The most common arrangement is the following: at the centre, one or several coarse grains of magnetite, surrounded by biotite and/or hornblende, followed by a concentric envelope of garnet. The garnet is contiguous to the plagioclase. In some instances, pyroxene occurs at the centre of the aureole, followed by magnetite, hornblende, biotite, and garnet. In other cases, pyroxene surrounds hornblende, and is followed by garnet. Garnet is, in every case, on the outside of the aureole. The aureoles somewhat resemble kelyphites, but are of a different nature. The origin of this assemblage is not certain, but

mais sont de nature différente. L'origine de cet assemblage n'est pas définie mais semble résulter de la dégradation du pyroxène ou de l'olivine, présents antérieurement, suivie de réajustements successifs à des conditions physico-chimiques évoluant continuellement.

seems to involve the alteration of initially-present pyroxene or olivine, followed by successive readjustments to continually evolving physico-chemical conditions.

Le tableau ci-dessous donne les résultats de 2 analyses modales de métadiabase.

Table below gives the results of two modal analyses of metadiabase.

TAB. 12 - ANALYSES MODALES DE METADIABASE
*MODAL ANALYSES OF METADIABASE*

| Minéraux | 1 | 2 | Minerals |
|---|---|---|---|
| Pyroxène | 17.1 | 10.8 | Pyroxene |
| Amphibole | 14.1 | 11.9 | Amphibole |
| Plagioclase | 41.1 | 32.6 | Plagioclase |
| Oxydes de fer | 2.9 | 15.9 | Iron oxides |
| Biotite | 5.2 | 15.2 | Biotite |
| Grenat | 18.6 | 10.5 | Garnet |
| Apatite | 1.0 | 1.7 | Apatite |
| Olivine | - | 1.3 | Olivine |
| Plagioclase | $An_{23}$ | $An_{27}$ | Plagioclase |

GABBRO PORPHYRIQUE

PORPHYRITIC GABBRO

Dans l'angle sud-est de la région, un dyke de gabbro porphyrique affleure à deux endroits sur les rives du réservoir Dozois. Nous n'avons pu établir définitivement l'orientation de ce dyke à cause de l'éloignement des deux affleurements et de la possibilité de déplacement le long de failles.

In the southeast corner of the map-area, a dike of porphyritic gabbro outcrops at two places along the shore of reservoir Dozois. The orientation of this dike has not been established definitely because of the distance between the two outcrops and the possibility of displacement along faults.

La roche est à grain moyen, légèrement gneissique et de couleur brun rouille à vert foncé. Le gabbro est constitué principalement de pyroxène et de plagioclase maclé (labrador). Les minéraux accessoires sont la biotite, le grenat, les oxydes de fer et l'orthose.

The rock is medium grained, slightly gneissic, and rusty brown to dark green. The gabbro consists mainly of pyroxene and twinned plagioclase (labradorite). The accessory minerals are biotite, garnet, iron oxides, and orthoclase. The plagioclase phenocrysts

Les phénocristaux de plagioclase ont une longueur moyenne de 5 cm et une longueur maximum de 20 cm.

L'étude au microscope d'une lame mince de cette roche montre que les minéraux constituants sont hypidiomorphes, de forme irrégulière et à granulométrie variable, le pyroxène étant généralement grossier et le plagioclase (à l'exclusion des phénocristaux) finement grenu. La structure gneissique est délimitée par le parallélisme des constituants mafiques.

Les phénocristaux de plagioclase, de composition $An_{48}$, sont maclés et légèrement altérés. Le plagioclase de la matrice est de composition $An_{34}$; il est localement perthitique et contient de la myrmékite. Les macles du plagioclase de la matrice ne sont pas bien développées et sont peu communes. Les clivages et fractures du plagioclase sont fréquemment occupés par une matière amorphe brun rouge, résultant probablement de l'altération des minéraux mafiques. Le pyroxène est une augite claire avec un angle d'extinction $Z\wedge c$ de $44^{\circ}$ et un grand angle 2V.

L'analyse modale au compteur de points d'une lame mince de gabbro porphyrique, excluant les phénocristaux, a donné les résultats suivants:

have an average length of 5 cm and a maximum length of 20 cm.

Microscopic study of a thin section of this rock reveals that the constituent minerals are subhedral, irregular in shape, and inequigranular. Pyroxene is generally coarse grained and plagioclase (excluding the phenocrysts) is fine grained. The gneissic structure is due to a parallelism of the mafic minerals.

The plagioclase phenocrysts have a composition of $An_{48}$, are twinned, and are slightly altered. The plagioclase of the matrix has a composition of $An_{34}$, and is locally perthitic and myrmekitic. Twinning is neither well developed nor common in plagioclase of the matrix. Cleavages and fractures in plagioclase are commonly occupied by a reddish-brown amorphous material, which probably was produced by alteration of the mafic minerals. The pyroxene is a colourless augite with a $Z\wedge c$ extinction angle of $44^{\circ}$ and a large 2V.

A modal analysis with the aid of a point-counter of a thin section of porphyritic gabbro, excluding the phenocrysts, gives the following results:

TAB. 13 - ANALYSE MODALE DE GABBRO PORPHYRIQUE / *MODAL ANALYSIS OF PORPHYRITIC GABBRO*

| Minéraux | | Minerals |
|---|---|---|
| Pyroxène | 21.6 | Pyroxene |
| Plagioclase | 55.8 | Plagioclase |
| Biotite | 9.2 | Biotite |
| Grenat | 7.1 | Garnet |
| Oxyde de fer | 3.1 | Iron oxide |
| Orthose | 3.1 | Orthoclase |

L'origine de cette roche n'est pas clairement définie. La présence de phénocristaux de plagioclase plus calcique que le plagioclase de la matrice peut indiquer qu'ils ont été précipités dans une solution aqueuse, avec solidification subséquente du reliquat plus sodique de la roche. La structure gneissique qui enveloppe les phénocristaux corrobore cette interprétation et peut aussi indiquer une mise en place dynamique. Cette roche peut être plus ancienne que la diabase, mais nous la décrivons ici car sa composition minéralogique l'apparente quelque peu à cette dernière. De plus, elle recoupe le gneiss à biotite.

PLEISTOCENE ET RECENT

Les effets d'érosion et les dépôts associés à la glaciation sont nombreux. De vastes étendues du territoire sont recouvertes d'une couche de sable et de gravier.

Les stries glaciaires, les roches moutonnées et le profil irrégulier des collines résultent de l'érosion glaciaire alors que les dépôts morainiques, kames et eskers, témoignent du passage des glaciers dans la région.

Deux eskers et des tronçons d'un troisième traversent la région selon une direction N20°E. Le plus long est celui qui longe et recoupe le lac Transparent (figures 28 et 29). La hauteur moyenne des eskers est d'approximativement 60 pieds, mais elle varie beaucoup. Des dépôts de gravier fin et de sable sont associés aux eskers à quelques endroits et des petits lacs arrondis occupent les flancs de ces eskers.

The origin of this rock is not clearly understood. The fact that the plagioclase phenocrysts are more calcic than the plagioclase in the matrix may indicate that the former were precipitated from an aqueous solution, followed by solidification of the more sodic residual liquid. The gneissic structure that surrounds the phenocrysts supports this interpretation, and may also indicate a dynamic emplacement. This rock may be older than the diabase, but it is described here because its mineralogical composition is similar to that of the diabase. In addition, it intrudes the biotite gneiss.

PLEISTOCENE AND RECENT

The effects of erosion and of deposition associated with glaciation are numerous. Great expanses of land are covered with a layer of sand and gravel.

Glacial striae, roches moutonnées, and the irregular shapes of the hills are the result of glacial erosion, while morainal deposits, kames and eskers, are further evidence of the passage of glaciers over the region.

Two eskers and parts of a third cross the map-area, trending N20°E. The longest of these is that which runs beside and crosses Transparent lake (Figures 28 and 29). The average height of the eskers is approximately 60 feet, but the height varies considerably. Deposits of sand and fine gravel are associated with the eskers in a few places, and small round lakes lie along their flanks.

FIGURE 28 - Route sur l'esker au sud du barrage Bourque./*Road on the esker located south of Bourque dam.*

FIGURE 29 - Matériel hétérogène au sommet de l'esker au sud du barrage Bourque./*Heterogeneous material at the top of the esker located south of Bourque dam.*

Les amas de matériel morainique sont abondants dans la partie nord de la région, à l'ouest de la route 117. Ils consistent en sable et gravier généralement stratifiés et variés dans lesquels sont dispersés ici et là des blocs erratiques. Le sable et le gravier ont été utilisés pour la construction de routes dans ce secteur et de nombreuses gravières sont échelonnées le long de la route 117. Ces gravières contiennent des coupes verticales des dépôts de gravier et on y observe beaucoup de stratification entrecroisée. L'argile à blocaux ou till est rare mais a été observée à quelques endroits, notamment le long de coupes de chemin. Les affleurements rocheux sont peu nombreux dans ces secteurs.

Morainal material is abundant in the north part of the map-area, west of highway 117. It consists of stratified and heterogeneous sand and gravel, in which boulders occur here and there. The sand and gravel were used in road construction in this area, and numerous gravel pits lie along highway 117. These gravel pits display vertical sections through the gravel deposits, and cross-bedded layering is commonly observed. Boulder clay or till is rare, but occurs in a few places, notably along road cuts. Rock outcrops are not abundant in these areas.

Les stries glaciaire ont une direction variant de N10°E à N10°W. De nombreux blocs erratiques de dimensions variables sont dispersés dans tout le territoire et presque tous semblent provenir de la région. Les pentes sud de quelques collines sont abruptes et

Glacial striae trend from N10°E to N10°W. Erratic blocks of variable size are common, and occur throughout the map-area. Almost all of them seem to have come from within the map-area. The south slopes of some hills are steep, and are covered by angular blocks and

sont recouvertes de blocs anguleux et de débris divers. Ces faits indiquent que le mouvement principal de la glace était dans une direction nord-sud.

other debris. These features indicate that the principal ice movement was in a north-south direction.

## OBSERVATIONS DANS LES REGIONS ADJACENTES

Nous avons eu l'occasion au cours de ce travail d'examiner des affleurements dans les régions avoisinantes. Au sud de la région de Membré-Chalifoux nous avons remarqué une forte quantité de gneiss granitique gris à biotite et, dans certains cas, à hornblende. Ce gneiss à grain moyen est commun dans le secteur des lacs Seton, La Loche et McMillan. A ces endroits son orientation structurale est presque toujours de direction est-ouest. On trouvera au tableau 14 le résultat d'une analyse modale de cette roche (analyse no 1).

A proximité de la partie sud du lac Chartier, près du ruisseau La Loche, nous avons trouvé plusieurs affleurements de métagabbro ou gabbro noritique (tableau 14, no 2), identique à certains métagabbros de la région.

A l'ouest du territoire, dans le canton de Casson, en direction du lac Goudie, nous avons observé de nombreux affleurements de schiste à biotite semblable au schiste de Pontiac observé plus à l'ouest par Freeman (1957). Le schiste est injecté de matériel granitique et, à un endroit situé à mi-chemin entre le Grand lac Victoria et le lac Goudie, nous avons noté la présence de sillimanite dans la roche. Au lac Goudie, la roche est une syénite à biotite à grain grossier et au sud du lac Goudie la roche est à grain fin et riche en hornblende (50%). Ce type de roche donne lieu à des anomalies importantes sur la carte aéromagnétique.

## OBSERVATIONS IN THE ADJACENT MAP-AREAS

During the course of the work, some outcrops in the neighbouring map-areas were examined. South of the Membré-Chalifoux map-area, there is a large proportion of grey, granitic, biotite gneiss, and locally, biotite-hornblende gneiss. This medium-grained gneiss is common near Seton, La Loche, and MacMillan lakes. In these places, the structural orientation of the gneiss is almost everywhere east-west. In Table 14, the result of a modal analysis of this rock is given (analysis No. 1).

In the vicinity of the south part of Chartier lake, near La Loche creek, several outcorps of metagabbro or noritic gabbro occur (Table 14, No 2), and these are identical to some metagabbros of the present map-area.

West of the map-area, in Casson township, towards Goudie lake, there are numerous outcrops of biotite schist similar to the Pontiac schist observed farther west by Freeman (1957). The schist is injected by granitic material, and, at a locality midway between Grand lac Victoria and Goudie lake, the schist contains sillimanite. At Goudie lake, the rock is a coarse-grained biotite syenite, and to the south of Goudie lake, the rock is fine grained and rich in hornblende (50%). This rock-type causes large anomalies on the aeromagnetic map.

TAB. 14 - ANALYSES MODALES DE ROCHES PROVENANT DES REGIONS AVOISINANTES/
*MODAL ANALYSES OF ROCKS OF THE NEIGHBOURING MAP-AREAS.*

| Minéraux | 1 | 2 | Minerals |
|---|---|---|---|
| Pyroxène | - | 65.3 | Pyroxene |
| Microcline | 20.4 | - | Microcline |
| Quartz | 27.0 | - | Quartz |
| Plagioclase | 45.9 | 21.0 | Plagioclase |
| Biotite | 6.6 | 2.2 | Biotite |
| Apatite | tr. | tr. | Apatite |
| Hornblende | - | 11.4 | Hornblende |
| Plagioclase | $An_{22}$ | $An_{45}$ | Plagioclase |

ROCHES VERTES

Gillies (1951, 1952) mentionne la présence de roches vertes dans le secteur situé à l'ouest de la région de Canimiti, soit dans la région de Membré-Chalifoux. Selon lui, ces roches appartiennent au faciès métamorphique des schistes verts. Nous avons examiné les affleurements décrits par Gillies ainsi que ses lames minces et nous concluons que ces roches sont des paragneiss identiques au gneiss à biotite et qu'il n'y a pas lieu de les séparer. Gillies lui-même mentionne que la composition du plagioclase est de $An_{28}$, ce qui est trop calcique pour être dans les schistes verts. Il mentionne aussi que la chlorite est un minéral accessoire. Nous n'en avons pas observé, quoique la biotite semble être légèrement altérée. Gillies écrit que la "roche verte" est d'origine sédimentaire et appartient au groupe des grauwackes. Nous approuvons cette conclusion, mais nous tenons à faire remarquer que le terme "roche verte" est inexact.

GREEN ROCKS

Gillies (1951, 1952) mentions the occurrence of green rocks in the area to the west of the Canimiti map-area, that is, in the Membré-Chalifoux map-area. According to him, these rocks belong to the greenschist metamorphic facies. The present author has examined the outcrops described by Gillies, as well as his thin-sections, and he has concluded that these rocks are paragneisses identical to the biotite gneiss, and that there is no reason to separate them. Gillies himself notes that the plagioclase composition is $An_{28}$, which is too calcic for the greenschist facies. He notes also that chlorite is an accessory mineral. Chlorite has not been observed by the present writer, although the biotite seems to be slightly altered. Gillies writes that the "green rock" had a sedimentary origin, and belongs to the greywacke group. This conclusion appears to be correct, but it is pointed out that the term "green rock" is imprecise.

# TECTONIQUE / STRUCTURAL GEOLOGY

Avant de présenter une synthèse de la géologie structurale régionale, nous allons étudier séparément quelques éléments structuraux du territoire.

## FOLIATIONS ET LINEATIONS

Nous avons décrit précédemment, dans la section sur les gneiss à biotite, les types de foliations et de linéations observés dans la région. Dans la partie est, la direction prédominante de la foliation est N30°E, direction qui est aussi celle des formations dans la région de Canimiti à l'est. A l'ouest du lac Anwatan et de la rivière des Outaouais, la direction structurale varie de est-ouest à nord-ouest et à l'ouest du Grand lac Victoria elle est généralement est-ouest à nord-sud. Les pendages sont modérés vers le sud-est.

Les linéations ont des attitudes assez constantes; elles ont surtout une direction N70°W et un plongement de 50° vers l'est. Nous avons discuté antérieurement de la signification cinématique des linéations et nous avons noté les difficultés d'interprétation.

La figure 30 montre qu'à l'est du lac Anwatan les linéations sont généralement perpendiculaires à la foliation et peuvent être considérées comme des linéations "a" perpendiculaires aux axes de plis. Toutefois, à l'ouest du Grand lac Victoria et au sud de la région, les linéations sont presque parallèles aux axes de plis et peuvent correspondre aux linéations "b". Il appert de ceci

Before a synthesis of the regional structural geology is presented, a few structural features of the map-area will be discussed.

## FOLIATIONS AND LINEATIONS

Earlier, in the section on biotite gneiss, the types of foliations and lineations observed in the map-area were described. In the east part, the predominant strike of the foliation is N30°E, the same as in the Canimiti map-area to the east. West of Anwatan lake and the Outaouais river, the strike varies from west to northwest, and west of Grand lac Victoria, it is generally east to north. Dips are moderate towards the southeast.

Lineations have a quite constant orientation, trending mainly N70°W and plunging 50° towards the east. The kinematic significance of the lineations was discussed earlier, and the difficulties of interpretation were noted.

Figure 30 shows that east of Anwatan lake the lineations are generally perpendicular to the foliation, and may be considered as "a" lineations perpendicular to the fold axes. However, west of Grand lac Victoria and south of the map-area, lineations are almost parallel to the fold axes, and may correspond to "b" lineations. Thus, it appears that the lineations maintain a uniform

que les linéations concervent une attitude uniforme dans toute la région.

orientation throughout the map-area.

PLIS

Le rubanement et la foliation des gneiss et schistes à biotite ontservi à délimiter les unités structurales importantes. Toutefois, l'absence d'unités lithologiques distinctes et continues rend la détermination des unités structurales très aléatoire. En effet nous ne pouvons utiliser d'horizons-repères pour déterminer la forme des plis et, de plus, il est impossible de savoir si les flancs des plis sont renversés ou non car la position des sommets est inconnue. Les plis tels que reconnus sont alors définis par la continuité de l'orientation des foliations. Nous croyons distinguer les plis ou systèmes de plis suivants: a l'est du lac Anwatan et de la rivière des Outaouais, les directions de la foliation des formations délimitent des plis antiformes et synformes ouverts. De plus, il est probable que des plis isoclinaux renversés et même couchés vers le nord-ouest existent. Les axes sont de direction N30°E et ont un plongement général de 40° vers le sud-est (figure 30 A).

FOLDS

The banding and the foliation of the biotite gneisses and schists have served to outline the important structural units. However, the absence of distinct and continuous lithological units makes the determination of the structural units problematic. Indeed, it is not possible to use marker horizons to determine the form of folds and, in addition, it is impossible to know if the limbs of the folds are overturned or not, since the top directions are unknown. The folds as they are seen are traced out by the foliation. It is impossible to distinguish the following folds or systems of folds: east of Anwatan lake and the Outaouais river, the rock foliation outlines a system of open antiformal and synformal folds. In addition, it is probable that there are isoclinal folds overturned, and even recumbent, towards the northwest. Fold axes trend N30°E and plunge about 40° towards the southeast (Figure 30 A).

A l'extrémité sud de la région un relais de plis isoclinaux de direction est-ouest, renversés vers le nord, est indiqué par la position de la foliation des formations. A maints endroits, le pendage varie de l'est à l'ouest, délimitant ainsi des plis synformes et antiformes mineurs.

At the southern extremity of the map-area, a system of isoclinal folds striking east-west and overturned towards the north is indicated by the rock foliation. In many places, the dip varies from east to west, thus outlining minor synforms and antiforms.

A l'ouest du lac Anwatan et de la rivière des Outaouais, on distingue un pli synforme dont la direction axiale est est-ouest. A l'est de la baie Kawastaguta, un bassin est vaguement défini par les directions structurales, la topographie et le développement local d'un drainage circulaire. Le bassin est de forme quasi-circulaire et a un diamètre maximum de deux milles. A l'ouest du Grand lac Victoria, les formations semblent délimiter un relais de plis synformes et antiformes ouverts de direction axiale est-ouest (figure 30 B).

Nous n'avons pas étudié plus en détail l'allure structurale des plissements à cause du peu d'information disponible. Nous ne pouvons donc reconnaître dans la région plus qu'une période de déformation en nous basant uniquement sur les plissements.

FAILLES

Nous avons observé à plusieurs endroits des indices et phénomènes reliés à l'existence de failles. De plus, nous croyons que les éléments linéaires tels que les dépressions topographiques (figures 2 et 3), les lacs allongés et les rivières correspondent à des zones de failles.

Nous avons remarqué de la mylonite, des brèches, des gneiss oeillés, des miroirs de faille et de petites zones de cisaillement à plusieurs endroits le long du lac Anwatan, du Grand lac Victoria et de la rivière des Outaouais. Ces lacs et rivières de forme allongée indiquent fort probablement l'existence de failles majeures. En plus, nous devons ajouter que de part et d'autre des failles, nous notons des discordances lithologiques, des orientations structurales différentes et des décalages marqués des lignes isomagnétiques sur les cartes de levés magnétiques.

West of Anwatan lake and the Outaouais river, there is a synform whose axial direction is east-west. East of Kawastaguta bay, a basin is vaguely suggested by structural directions, topography, and the local development of a circular drainage pattern. The basin has a quasi-circular form, and a maximum diameter of two miles. West of Grand lac Victoria, the rocks seem to outline a system of open synformal and antiformal folds with an east-west axial direction (Figure 30 B).

The structural aspects of the folding have not been studied in more detail because of a scarcity of available information. From a study solely of the folds, only one period of deformation has been recognized in the map-area.

FAULTS

In several places, there are indications of the presence of faults. In addition, it is believed that linear elements such as topographic depressions (Figures 2 and 3), elongated lakes and the straight courses of rivers are due to faults in bedrock.

Mylonite, breccia, augen gneiss, slickensides, and small shear zones, occur in many places along Anwatan lake, Grand lac Victoria, and Outaouais river. Linear lakes and rivers are strong evidence for the presence of major faults. Also, faults have been noted to mark lithological discordances, to separate zones of different structural orientation, and to offset isomagnetic lines on magnetic maps.

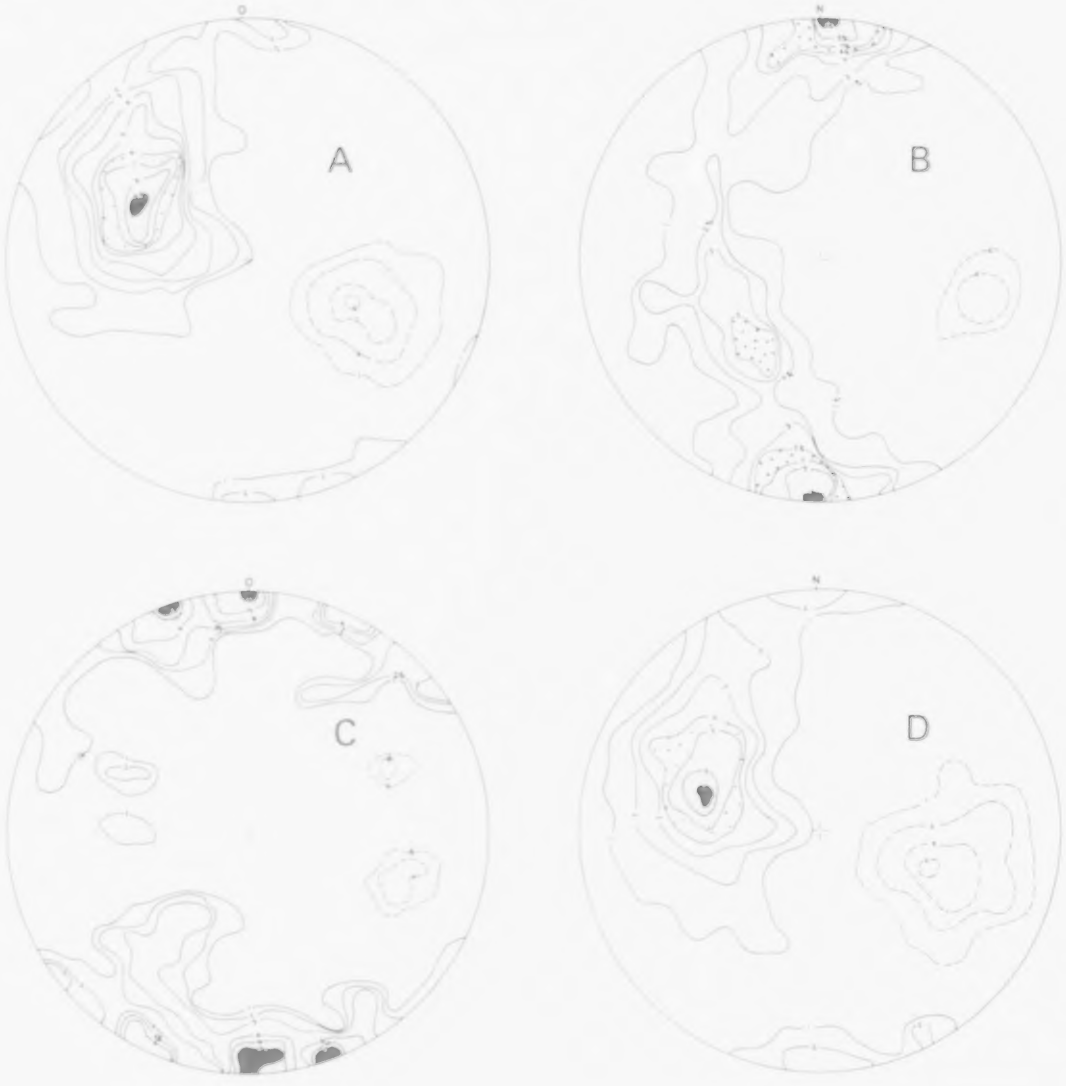



FIGURE 30 - Projections stéréographiques (Schmidt) des pôles de la structure gneissique et des linéations (lignes hachurées). / *Stereographic projections (Schmidt) of poles to gneissic structure and of lineations (dashed lines).*

A - Région à l'est de la rivière des Outaouais. / *Area east of the Ottawa river.*

B - Régions à l'ouest de la rivière des Outaouais et du lac Anwatan et à l'est du Grand lac Victoria. / *Areas west of the Ottawa river and lake Anwatan, and east of Grand lac Victoria.*

C - Région à l'ouest du Grand lac Victoria. / *Area west of Grand lac Victoria.*

D - Région de Membré-Chalifoux. / *Membré-Chalifoux area.*

Cependant, il est impossible d'évaluer exactement la dénivellation tectonique, ou le rejet, le long des failles à cause de l'absence d'horizons-repères. Les décalages des lignes isomagnétiques (Carte 1443G, Ministère des Mines et Relevés Techniques, Ottawa 1962) peuvent donner une idée approximative de la séparation directionnelle. Ainsi, au Grand lac Victoria, on distingue un déplacement relatif du côté est vers le nord et du côté ouest vers le sud, alors qu'au lac Anwatan et à la rivière des Outaouais le mouvement du côté est est vers le sud et celui du côté ouest est vers le nord. Les décalages des lignes isomagnétiques correspondent à une séparation directionnelle approximative de un mille pour les deux failles. Toutefois, il faut noter que ce chiffre est incertain et même fortement spéculatif car l'interprétation de la carte aéromagnétique est elle-même imprécise et subjective. Les linéations observées dans les plans de faille indiquent un chevauchement, probablement vers le nord-ouest. De ceci, on peut conclure que si la séparation directionnelle est de l'ordre de grandeur de 1 mille, le rejet stratigraphique proprement dit doit être encore plus grand. Cette déduction est étayée par le changement abrupt de l'orientation structurale des unités lithologiques de part et d'autre des failles.

Tiphane et Dawson (1950) mentionnent la présence dans la région avoisinante au nord d'une faille dans le prolongement nord du Grand lac Victoria, mais ne possèdent aucun indice concluant sur la nature du rejet ou de la séparation directionnelle.

D'autres failles sont indiquées sur la carte: à l'extrémité sud du lac Beschefer, dans la grande baie de direction sud-est de la partie sud du Grand lac Victoria (vis-à-vis la baie Grand-Détour)

However, it is impossible to estimate the movement along the faults because of the lack of marker horizons. The offsets of the isomagnetic lines (Map 1443G, Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa 1962) can give an approximation of the amount and direction of strike slip. For example, at Grand lac Victoria, a relative movement of the east block to the north and the west block to the south can be distinguished. At Anwatan lake and the Outaouais river, the movement of the east block was towards the south and of the west block towards the north. The offsets of the isomagnetic lines correspond to a strike-slip of about one mile for both faults. However, it should be noted that this figure is uncertain and even highly speculative, since the interpretation of the aeromagnetic map is itself imprecise and subjective. The lineations observed in the fault planes indicate thrusting, probably towards the northwest. From this, it can be concluded that, if the strike-slip is of the order of one mile, the net-slip must be even larger. This conclusion is supported by the abrupt change in the structural orientation of the lithological units on the two sides of the faults.

Tiphane and Dawson (1950) mention the existence in the neighbouring map-area to the north of a fault in the northern extension of Grand lac Victoria, but they have no information on the amount and sense of slip.

Other faults shown on the map are at the southern end of Beschefer lake, in the large southeast-trending bay in the south part of Grand lac Victoria (across from Grand-Détour bay), and in Dozois reservoir south

et dans le réservoir Dozois au sud du barrage Bourque. L'existence de ces failles n'a pas été démontrée et leur mise en carte est due principalement au fait que de longs éléments linéaires existent à ces divers endroits, sauf au sud du lac Beschefer où nous avons remarqué la présence de mylonite. L'existence de ces failles n'est donc que probable.

of Bourque dam. There is no direct evidence for these faults, and their mapping is based mainly on the presence of long, linear elements in these places, except south of Beschefer lake where mylonite has been observed. The existence of these faults is therefore only probable.

ZONES DE CISAILLEMENT

De nombreuses zones de cisaillement ont été observées dans la région, généralement à proximité des failles majeures. Les dimensions de ces zones varient de six pouces à plusieurs pieds et leur direction est, à maints endroits, parallèle à la direction de la structure gneissique.

SHEAR ZONES

Numerous shear zones occur in the map-area, generally near major faults. The dimensions of these zones range from six inches to several feet, and their strike is, in many places, parallel to the gneissic structure.

DIACLASES

Les diaclases sont généralement orientées vers le nord-ouest et l'ouest et sont verticales ou à peu près. Les diaclases sont parallèles à la foliation des gneiss à plusieurs endroits, mais en général ces diaclases sont occupées par du matériel granitique ou de la pegmatite.

JOINTS

Joints generally strike northwesterly and westerly, and dip vertically or nearly so. Joints are parallel to the foliation in the gneiss in several places, but in general, the joints are occupied by granitic material or pegmatite.

TECTONIQUE REGIONALE

Les directions structurales des divers éléments se prolongent dans la région adjacente à l'est. Dans le territoire de Cawatose, au sud-est, les directions sont différentes. Un bassin structural occupe la partie sud de cette région et déplace quelque peu l'allure générale des formations.

REGIONAL STRUCTURE

The structural directions of the various elements extend into the adjacent map-area to the east. In the Cawatose map-area to the southeast, the directions are different. A structural basin occupies the south part of that map-area, and changes somewhat the general orientation of the rock units.

Dans la région au nord, les directions sont presque identiques sauf qu'elles tendent à adopter une orientation plus près de l'est. Cette tendance est très marquée dans les roches volcaniques et il est clair que la nature du plissement à cet endroit diffère de la nature du plissement dans la région de Membré-Chalifoux.

Les plis de direction N30°E caractérisent donc une grande partie du territoire à l'est du lac Anwatan et de la rivière des Outaouais alors qu'ailleurs les plis est-ouest sont communs. Ce dualisme s'explique en partie par le système de failles, mais aussi par la présence d'unités résistantes (amas de granite).

Les failles de la région de Membré-Chalifoux se prolongent dans les régions adjacentes et caractérisent en général le nord-ouest du Québec.

IMPORTANCE DES FAILLES DANS LA GEOLOGIE REGIONALE.

En 1956, Wilson suggéra que les failles qui occupent les vallées linéaires dans l'ouest du Québec sont des phénomènes connexes à l'emplacement d'intrusifs gabbroïques vers la fin du Précambrien. De plus, ces failles ne sont aucunement associées, toujours d'après Wilson, aux failles de chevauchement considérées par plusieurs géologues comme marquant la limite des provinces de Grenville et de Supérieur.

Norman (1940) mentionna que la faille située au passage Mink à l'extrémité nord du Grand lac Victoria délimite les deux provinces. Cependant Wilson (1956) rejetta cette interprétation et écrit (p. 1417: *"La présence d'une partie d'une grande faille de chevauchement*

In the map-area to the north, the structural directions are almost identical, except that they tend to be oriented more easterly. This tendency is very noticeable in the volcanic rocks, and it is clear that the style of the folding in that area differs from the fold style in the Membré-Chalifoux map-area.

Folds striking N30°E characterize a large part of the territory east of Anwatan lake and the Outaouais river, while elsewhere, east-west folds are common. This difference in fold orientation is explained in part by the fault system, and also by the presence of resistant rock units (granite bodies).

The faults in the Membré-Chalifoux area continue into the adjacent map-area; in general, such faults are characteristic of northwestern Québec.

IMPORTANCE OF FAULTS IN THE REGIONAL GEOLOGY.

In 1956, Wilson suggested that the faults that occupy linear valleys in western Québec are related to the emplacement of gabbroic intrusions towards the end of the Precambrian. In addition, according to Wilson, these faults are in no way associated with thrust faults considered by many geologists to mark the boundary between the Grenville and Superior Provinces.

Norman (1940) mentioned that the fault located at Mink Narrows at the north end of Grand lac Victoria separates the two provinces. However, Wilson (1956) rejected this interpretation, and writes (p. 1417): *"The existence of part of a great through-going*

*ou d'une zone de faille dans cette localité est, par conséquent, très hypothétique," et plus loin, il ajoute (p. 1438)"..., mais la présence de failles très distantes, probablement d'origine et d'âge différents, confirme en partie l'hypothèse selon laquelle une grande faille de chevauchement tardive du Protérozoïque délimite les sous-provinces de Grenville et de Témiskaming dans cette région." (traduction).*

Johnston (1959) suggère, au contraire, qu'une faille majeure sépare les deux provinces et que les failles qui occupent les vallées linéaires sont subsidiaires à la faille principale. Wilson (1959) nie cette interprétation et réitère que les deux provinces ne sont pas nécessairement séparées par une faille majeure.

Dans ce contexte, les failles de la région de Membré-Chalifoux ont une grande importance. Elles possèdent l'orientation générale des failles mentionnées par Wilson (1913, 1919, 1956 et 1959) et par Chagnon (1965) dans l'ouest du Québec. Ces failles sont situées à proximité de la limite des provinces de Grenville et de Supérieur, limite qui est exclue de la région étudiée. Dans cette dernière, les failles ne semblent pas associées directement à des intrusions gabbroïques; quelques affleurements de roches volcaniques au lac Granet indiquent que les failles se prolongent de part et d'autre de la limite des deux provinces. Enfin, la faille du Grand lac Victoria, au sud du passage Mink, ne délimite pas les deux provinces.

Les failles dans la région semblent appartenir à l'entité structurale de l'ouest du Québec, telle que décrite par Wilson. Elles sont probablement associées, quoique indirectement, aux déformations connexes aux intrusions gabbroïques plutôt qu'à un mouvement général de chevauchement.

*thrust fault or fault zone in this locality is, therefore, highly hypothetical", and farther on (p. 1438), "... but the occurrence of widely separated faults, probably in part of different origin and age, scarcely warrants the hypothesis that a great late Proterozoic thrust fault delimits the Grenville and Timiskaming subprovinces in this region".*

Johnston (1959) suggested, on the contrary, that a major fault separates the two provinces, and that the faults occupying linear valleys are subsidiary to the principal fault. Wilson (1959) rejected this interpretation, and reiterated that the two provinces are not necessarily separated by a major fault.

In this context, the faults of the Membré-Chalifoux map-area assume great importance. They are of the same general orientation as the faults mentioned by Wilson (1913, 1919, 1956, 1959) and Chagnon (1965) in western Québec. These faults are located near the boundary between the Grenville and Superior Provinces, which boundary is outside the present map-area. In this map-area, the faults do not seem to be associated directly with gabbroic intrusions. Some outcrops of volcanic rock at Granet lake indicate that the faults extend on both sides of the boundary between the two provinces. Finally, the Grand lac Victoria fault south of Mink Narrows does not separate the two provinces.

The faults in the map-area seem to belong to the structural entity of western Québec, as described by Wilson. They are probably associated, although indirectly, with deformation related to the intrusion of gabbro bodies rather than to a general thrusting.

Il nous est difficile de vérifier la possibilité de l'association de ces failles à un système de failles de chevauchement car la région est nettement au sud de la division entre les deux provinces. Toutefois, la présence de roches volcaniques dans l'angle nord-ouest indique que les roches de la province de Supérieur sont impliquées dans les mouvements le long des failles.

It is difficult to check the possibility of the association of these faults with a system of thrust faults since the region is clearly south of the boundary between the two provinces. However, the occurrence of volcanic rocks in the northwest corner of the map-area indicates that the rocks of the Superior Province were involved in the movements along the faults.

## METAMORPHISME

Les formations de la région de Membré-Chalifoux ont subi un métamorphisme régional très élevé. La composition minéralogique des paragneiss est celle des roches du sous-faciès sillimanite-grenat almandin du faciès almandin-amphibolite du métamorphisme régional. Tel que mentionné précédemment, il est probable que l'intensité du métamorphisme décroît du sud-est au nord-ouest suivant une zone orientée dans une direction N30°E. La composition du plagioclase des paragneiss est $An_{30}$ dans l'angle sud-est de la région alors qu'elle est $An_{20}$ dans l'angle nord-ouest. La sillimanite, minéral indicateur, est trouvée presque partout dans la région sauf dans l'angle nord-ouest. Le point le plus septentrional où on observe la sillimanite est au centre de la région, près de la baie Kawastaguta, à quelques milles seulement de la limite nord. On en trouve aussi à proximité de la baie Grand-Détour. Ces deux endroits sont sur une ligne de direction N30°E, mais nous croyons cependant que l'isograde de la sillimanite ne correspond pas à cette ligne mais est situé plus au nord, probablement à l'extérieur de la région. En effet nous avons observé la sillimanite à 6 milles à l'ouest de la baie Grand-Détour. Si de ce point, on prolonge une ligne dans une direction N30°E, direction supposée de la transition métamorphique, on évite de justesse l'angle

## METAMORPHISM

The rocks of the Membré-Chalifoux map-area were subjected to a very high grade of regional metamorphism. The mineralogical composition of the paragneisses corresponds to the sillimanite-almandine-garnet subfacies of the almandine-amphibolite facies of regional metamorphism. As was mentioned previously, it is probable that the grade of metamorphism decreases from the southeast towards the northwest, following a zone oriented in the direction N30°E. The composition of plagioclase in the paragneisses is $An_{30}$ in the southeast corner of the map-area, while it is $An_{20}$ in the northwest corner. The index mineral sillimanite occurs everywhere in the map-area except in the northwest corner. The northermost sillimanite occurrence is in the centre of the map-area, near Kawastaguta bay, only a few miles from its northern limit. Sillimanite also occurs near Grand-Détour bay. These two occurrences lie on a line oriented N30°E however, it is believed that the sillimanite isograd does not correspond to this line, but is situated farther north, probably outside the map-area. Indeed, sillimanite has been observed at six miles west of Grand-Détour bay. A line that is drawn from this point in a N30°E direction, the supposed direction of the metamorphic transition zone, just misses the northwest corner of the map-area. This suggests that the sillimanite

nord-ouest de la région. Ceci suggère que l'isograde de la sillimanite est hors de la région. Tiphane et Dawson (1950) décrivent un schiste à biotite et staurotide à l'extrémité nord du Grand lac Victoria, soit à huit milles au nord de la région. L'isograde de la sillimanite est donc entre ce point et l'angle nord-ouest de la région.

isograd is outside the map-area. Tiphane and Dawson (1950) describe a biotite-staurolite schist at the north end of Grand lac Victoria, that is, eight miles north of the map-area. The sillimanite isograd is therefore between this point and the northwest corner of the map-area.

Les roches à pyroxène de la région de Membré-Chalifoux ont une composition minéralogique qui est caractéristique des roches du faciès des granulites. On trouve des assemblages des sous-faciès hornblende-granulite et pyroxène-granulite. Les deux sous-faciès coexistent et ce fait peut être dû à une transition locale des roches à pyroxène aux gneiss à biotite, la hornblende étant généralement dans la zone intermédiaire. Fyfe, Turner et Verhoogen (1958, p. 233) mentionnent la coexistence des deux sous-faciès et écrivent: *"De telles roches pourraient être polymétamorphiques, en particulier dans les vieux terrains précambriens où il y a eu plusieurs orogénèses et métamorphismes."* (traduction). Nous croyons que cette coexistence est due à la transition mentionnée précédemment.

The pyroxene-bearing rocks of the Membré-Chalifoux area have a mineralogical composition characteristic of rocks of the granulite facies. Mineral assemblages belong to both the hornblende granulite and the pyroxene granulite subfacies. The two subfacies coexist, and this fact may be due to a local transition from pyroxene-bearing rocks to biotite gneiss, the hornblende generally being in the intermediate zone. Fyfe, Turner and Verhoogen, (1958, p. 233) mention the coexistence of the two subfacies, and write: *"Such rocks could be polymetamorphic-especially in older Precambrian terranes where orogeny and metamorphism are likely to have been repeated".* The present writer believes that the coexistence is due to the transition mentionned above.

Toutefois nous avons constaté que des roches du faciès des granulites sont mêlées à des roches du faciès amphibolite. Cette coexistence est difficile à expliquer. Il se peut que le champ qui sépare les deux faciès soit diffus et qu'il y ait une zone de chevauchement assez large pour englober le passage d'un faciès à l'autre. La différence de faciès peut aussi provenir de la différence des compositions originelles des roches basiques et des paragneiss et n'être qu'apparente. En effet les paragneiss ont une forte teneur en $H_2O$ alors que les roches à pyroxène en sont déficientes. La même intensité de métamorphisme peut alors donner des produits différents à cause de variations dans les pressions d'eau. Enfin, la différence de faciès peut correspondre à des périodes de métamorphisme différentes.

However, it can be seen that rocks of the granulite facies are mixed in with rocks of the amphibolite facies. This coexistence is difficult to explain. It may be that the field separating the two facies is diffuse, and there is a zone of thrusting wide enough to include the passage from one facies to the other. The differences in facies may also be due to the difference in original composition of the basic rocks and the paragneiss, and thus be only an apparent difference. Indeed, the paragneisses are rich in $H_2O$, whereas the pyroxene-bearing rocks are deficient. The same grade of metamorphism may therefore give rise to different products because of variations in water pressure. Finally, the difference in facies may correspond to different periods of metamorphism.

Osborne et Morin (1962, p. 125) commentent ce fait et écrivent: "*La cartographie du Québec n'est pas assez complète pour faire un énoncé catégorique concernant la distribution des anorthosites et des roches vertes, mais l'information actuelle est compatible avec la suggestion que le magma s'est introduit le long de centres locaux dans la ceinture. On croit que les roches du Grenville avaient auparavant été déformées, avec le développement de structures nord-sud, et que le degré de métamorphisme avait atteint le faciès amphibolite. Le degré de métamorphisme atteint le faciès granulite près des intrusions. Même si on trouve une allure synchinématique dans quelques massifs plus petits de roches vertes dans la zone de déformation près des plus gros massifs, l'allure apparemment synchinématique de quelques-unes des roches vertes est probablement un résultat des plis nord-sud plus anciens. (traduction).* Notons que l'aspect syncinématique des roches vertes est un caractère dominant de ces roches dans la région. Les roches sont massives là où les masses sont épaisses, mais cette texture n'indique pas que la roche est nécessairement postcinématique. Il n'y a aucune indication de déformation nord-sud dans la région et nous croyons que les roches à pyroxène sont associées aux déformations nord-est. Si on devait leur reconnaître un emplacement postcinématique selon des déformations préexistantes, il faudrait les classer au-dessus des paragneiss dans le tableau des formations.

Il appert donc que les formations de la région ont subi un métamorphisme très élevé. Elles appartiennent aux faciès de l'amphibolite et des granulites et la zone de transition entre ces faciès est située dans la région. Cette transition, nommée "ligne de roches vertes" par Osborne et Morin (1962, p. 119) est

Osborne and Morin (1962, p. 125) comment on this fact and write: "*The mapping of Québec is not yet extensive enough to make a categorical statement concerning the distribution of the anorthosite and green rocks, but the present information is compatible with the suggestion that the magmas rose along local centres in the belt. It is believed that the Grenville rocks had previously been deformed with north-trending structures developing and that metamorphism had reached the amphibolite grade. The grade was raised to granulite near the intrusives. Although a synkinematic habit is found in some smaller massifs of green rock in the zone of deformation about the larger massifs, the apparently synkinematic habit of some of the green rocks is probably a result of the older north-south folds being followed*". It is noted that a synkinematic nature is a dominant characteristic of the green rocks in the map-area. The rocks are massive where the bodies are thick, but the massive texture does not necessarily mean that the rock is postkinematic. There is no indication of north-south deformation in the map-area, and it is believed that the pyroxene-bearing rocks are associated with north-east deformation. If these rocks were considered to have been postkinematically emplaced into preexisting structures, it would be necessary to classify them higher than the paragneiss in the Table of Formations.

It appears, therefore, that the rocks of the map-area have been subjected to a very high grade of metamorphism. They belong to the amphibolite and granulite facies, and the transition zone between these facies lies within the map-area. This transition, named the "green-rock line" by Osborne and Morin (1962,

ainsi définie: *"La sous-province A de Grenville est transitionnel au nord-ouest en la sous-province B de Grenville près de la ligne de roche verte, là où la série à augite- hypersthène disparaît au nord-ouest. Cette ligne est à peu près la limite entre le faciès granulite et le faciès amphibolite". (traduction).* Osborne et Morin (1962) ont situé cette ligne à une grande distance au sud de la région. Si la définition de la "ligne de roches vertes" est respectée, nous devons considérer que sa position est plus au nord, soit dans la région de Membré-Chalifoux. Elle se prolonge selon une direction N30°E dans la région de Canimiti à l'est. Il faut noter que l'intensité du métamorphisme semble décroître au sud, dans la région de Cawatose, où les orthogneiss et paragneiss du faciès de l'amphibolite sont abondants. La "ligne de roches vertes" n'est peut-être pas unique et il serait probablement utile d'en réévaluer la définition.

FRONT DE GRENVILLE

Le front Grenville, ou la ligne de démarcation entre les provinces de Supérieur et de Grenville, est situé au nord de la région. Toutes les roches du territoire, sauf peut-être les roches volcaniques du coin nord-ouest, sont de la province de Grenville. Nous ne pouvons établir directement si, à proximité du territoire, le front est une zone de chevauchement ou une zone de transition métamorphique. Une transition métamorphique existe et l'isograde de la sillimanite est situé immédiatement au nord de la région. Des roches volcaniques de la province de Supérieur affleurent à quatre milles au nord du territoire et sont séparées des paragneiss par une faille. La transition s'étend donc sur une distance inférieure à quatre milles.

p. 119) is thus defined: *"The Grenville A subprovince passes by transition on the northwest into the Grenville B subprovince near the "green-rock line", which is where the hypersthene augite-bearing series disappears on the northwest. This line is approximately the demarcation between the granulite and the amphibolite facies."* Osborne and Morin (1962) put this line far to the south of the map-area. If the definition of the "green-rock line" is respected, it must be concluded that the line lies farther north, that is, in the Membré-Chalifoux map-area. Trending N30°E, it continues into the Canimiti map-area to the east. It should be noted that the intensity of metamorphism seems to be lower in the Cawatose map-area to the south, where orthogneisses and paragneisses of the amphibolite facies are abundant. The "green-rock line" is perhaps not unique, and it probably would be useful to redefine the term.

GRENVILLE FRONT

The Grenville Front, or the demarcation line between the Superior and Grenville Provinces, is located to the north of the map-area. All the rocks of the area, with the possible exception of the volcanic rocks in the northwest corner, belong to the Grenville Province. It has not been established directly whether the Front in the vicinity of the map-area is a zone of thrusting or a zone of metamorphic transition. A change in the metamorphic grade occurs in the map-area, and the sillimanite isograd lies immediately to the north of the area. Volcanic rocks of the Superior Province outcrop four miles north of the map-area, and are separated from the paragneisses by a fault. Therefore, the transition occurs

Huit milles au nord-ouest de la région, Tiphane et Dawson (1947) ont noté la présence de staurotide dans les métasédiments. Or la faille qui correspond, selon eux, au front Grenville est au sud de l'isograde de la staurotide. On peut donc conclure qu'ici la transition Grenville-Supérieur ne correspond pas à l'isograde de la staurotide, comme c'est le cas plus loin à l'ouest, mais plutôt à la faille relevée par Tiphane et Dawson (1950).

Nous avons vu précédemment qu'une ligne identique à la "ligne de roches vertes" traverse la région de Membré-Chalifoux dans une direction N30°E. Cette ligne sépare la province de Grenville en deux sous-provinces, soit la sous-province "A" et la sous-province "B". Le métamorphisme dans la région est celui de la sous-province "A" et le style tectonique est celui de la sous-province "B"; il est remarquable que ces caractères s'étendent dans les régions adjacentes au nord et à l'est. Ceci signifie que, dans ce secteur de l'ouest du Québec, la sous-province "B" telle que définie par Osborne et Morin (1962) n'existe pas, ou du moins est fortement télescopée. Si on estime que la région est une partie intégrale de la sous-province "B", on doit reconnaître qu'il y a des irrégularités dues à la présence des roches à pyroxène.

over a distance of less than four miles. Eight miles northwest of the area, Tiphane and Dawson (1947) noted the presence of staurolite in the metasediments. Now, the fault that corresponds to the Grenville Front, according to them, lies to the south of the staurolite isograd. It may be concluded, therefore, that in that area, the Grenville-Superior transition does not correspond to the staurolite isograd, as is the case farther west, but rather to the fault mapped by Tiphane and Dawson (1950).

It was noted earlier that a line identical to the "green-rock line" crosses the Membré-Chalifoux map-area with a direction N30°E. This line divides the Grenville Province into two subprovinces, "A" and "B". Metamorphism in the map-area is that of subprovince "A", and the structural style that of subprovince "B". It is worth noting that these characteristics extend into the adjacent areas on the north and east. This fact means that in this part of western Québec, subprovince "B" as defined by Osborne and Morin (1962) does not exist, or at least is strongly telescoped. If the map-area is considered an integral part of subprovince "B", it must be recognized that there are irregularities due to the presence of pyroxene-bearing rocks.

## GEOLOGIE ECONOMIQUE

La région de Membré-Chalifoux est très rapprochée des zones de roches volcaniques au nord. Ces zones sont bien

## ECONOMIC GEOLOGY

The Membré-Chalifoux map-area lies just to the south of zones of volcanic rocks whose mineral wealth is well

connues pour leur richesse minérale. Nous considérons que la région offre des possibilités intéressantes même si les laves n'y affleurent pas. Les gneiss à biotite et gneiss à biotite et grenat contiennent par endroits des sulfures disséminés, surtout de la pyrite de fer; toutefois les zones minéralisées sont rares. Les veines de quartz associées aux gneiss semblent stériles. Les zones de failles et de cisaillements le long du lac Anwatan, de la rivière des Outaouais et du Grand lac Victoria contiennent de petits amas de sulfures dispersés et pourraient avantageusement être étudiées en détail. Les pegmatites associées au granite à muscovite à proximité du lac Granet contiennent des minéraux rares. On y a observé quelques cristaux de béryl de petite taille mais il se peut qu'on en trouve de plus gros en plus grande quantité. Les endroits où la minéralisation est intéressante sont indiqués sur la carte.

known. It is felt that the map-area offers interesting possibilities, even though the lavas do not outcrop in it. The biotite and biotite-garnet gneisses locally contain disseminated sulfides, especially pyrite. However, the mineralized zones are rare. The quartz veins associated with the gneisses appear to be barren. Fault and shear zones along Anwatan lake, the Outaouais river, and Grand lac Victoria contain small scattered concentrations of sulfides, and could profitably be studied in detail. Pegmatites associated with muscovite granite near Granet lake contain rare minerals. Occurring in the pegmatites are a few small beryl crystals, but there is the possibility that they could occur in larger size and in larger quantities. Places with interesting mineralization are indicated on the map.

1 - MAGNETITE

Dans la partie sud du territoire, sur la rive est du réservoir Dozois, une masse irrégulière de pegmatite contient une quantité considérable de magnétite. Toutefois la concentration de magnétite n'est pas assez grande et continue pour constituer un gisement. Wahl et Osborne (1950) mentionnent la présence de pegmatites riches en magnétite dans la région de Cawatose. Laurin (1958, 1959) en rapporte aussi à quelques endroits dans les régions avoisinantes au sud et au sud-est. Il est possible que des concentrations locales assez grandes soient disséminées ici et là dans ce territoire.

1 - MAGNETITE

In the south part of the map-area, on the east shore of Dozois reservoir an irregular body of pegmatite contains a considerable amount of magnetite. However, the concentration of magnetite is not sufficiently large or continuous to constitute an orebody. Wahl and Osborne (1950) mention the occurrence of magnetite-rich pegmatites in the Cawatose map-area. Laurin (1958, 1959) also reports them in a few places in the neighbouring areas to the south and southeast. It is possible that sufficiently large concentrations occur here and there in the map-area.

2 - NICKEL, CUIVRE, ZINC, MANGANESE

A l'extrémité sud de la région, sur la rive sud du Grand lac Victoria, une zone légèrement minéralisée contient de faibles quantités de pyrite, pyrrhotine, chalcopyrite, pentlandite et pyrolusite. La zone d'une largeur de deux pieds se prolonge dans une direction nord-sud sur une distance observée d'au moins cinq pieds. La minéralisation est associée au gneiss à biotite et à la pegmatite. A proximité de la zone on trouve de la péridotite et de l'amphibolite et ceci peut être significatif.

L'analyse d'un échantillon aléatoire prélevé dans la partie centrale de la zone a donné les résultats suivants: nickel - 0.18%, cuivre - 0.05%, zinc - 0.02%, manganèse - 0.38%.

La présence de roches ultrabasiques, péridotite, pyroxénite et amphibolite, dans les environs de la zone est significative et une prospection détaillée pourrait déceler des concentrations intéressantes de nickel et d'autres minéraux d'importance économique fréquemment associés à ces roches.

SABLE ET GRAVIER

Le sable et le gravier forment des dépôts considérables tout spécialement le long de la route 117. De nombreuses gravières et sablières ont été exploitées pour la construction de routes.

PROSPECTION GEOCHIMIQUE - TRAVAUX ET RESULTATS

Au cours de la campagne de cartographie, 181 échantillons de sédiments de ruisseau ont été prélevés et analysés. Les résultats ont été publiés

2 - NICKEL, COOPER, ZINC, MANGANESE

On the south shore of Grand lac Victoria at the south edge of the map-area, a lightly mineralized zone contains small quantities of pyrite, pyrrhotite, chalcopyrite, pentlandite, and pyrolusite. The two-foot wide zone extends in a north-south direction for a distance of at least five feet. The mineralization is associated with biotite gneiss and pegmatite. Possibly significant is the occurrence of peridotite and amphibolite near the mineralized zone.

Analysis of a grab-sample from the central part of the zone gives the following results: nickel - 0.18%, copper - 0.05%, zinc - 0.02%, manganese - 0.38%.

The presence of ultrabasic rocks, peridotite, pyroxenite and amphibolite, in the vicinity of the mineralized zone is significant, and detailed prospection could reveal interesting concentrations of nickel and other minerals of economic importance commonly associated with these rocks.

SAND AND GRAVEL

Large deposits of sand and gravel occur, particularly along highway 117. Numerous sand and gravel pits have been quarried for road-building.

GEOCHEMICAL PROSPECTING - WORK AND RESULTS

During the mapping program, 181 stream-sediment samples were collected and analyzed. The results were published on the map of Preliminary Report 542

sur la carte du rapport préliminaire 542 (Chagnon, 1965). Une interprétation sommaire des résultats a été ébauchée et nous en présentons ici les points saillants. Le fond local pour les éléments Cu, Zn, Pb, Mo est: 12, 20, 12 et 3ppm. Ce fond a été obtenu en calculant la moyenne de toutes les teneurs sauf les plus anormales (positivement). Plusieurs teneurs anormales ont été notées, dont huit sont indiquées sur la figure 31. Les anomalies les plus fortes présentent un grand écart, d'une valeur approximative de 10, alors que les faibles anomalies ont un écart variant de 4 à 6. L'interprétation de ces anomalies est assez complexe car nous ne savons pas si elles sont allogènes ou de répartition. De plus l'échantillonnage est incomplet et de faible densité et il est difficile de déterminer les teneurs significatives. Nous présentons toutefois sur la figure 31 les zones d'anomalies car nous croyons qu'elles sont dignes d'intérêt bien qu'elles ne sont pas nécessairement significatives.

(Chagnon, 1965). The analytical results have been interpreted in a preliminary fashion, and the salient points are presented here. The local backgrounds for the elements Cu, Zn, Pb, and Mo are 12, 20, 12 and 3ppm. These backgrounds were obtained by calculating the averages of all the concentrations excepting those anomalously high. Several anomalous concentrations are apparent, of which eight are indicated on Figure 31. The strongest anomalies exhibit a strong contrast, having an approximate value of 10, while the weak anomalies have a contrast ranging from 4 to 6. The interpretation of these anomalies is quite complex, for it is not known if they are allothigenous or distributional. Moreover, the sampling is incomplete and of low density, and it is difficult to determine what are significant concentrations. Nevertheless, the anomalous zones are shown on Figure 31, since it is believed they are worthy of interest, although not necessarily significant.

FIGURE 31 - Distribution des anomalies géochimiques dans la région de Membré-Chalifoux./*Distribution of geochemical anomalies in the Membré-Chalifoux area.*

Légère anomalie / *Weak anomaly*
Forte anomalie / *Strong anomaly*
Echelle: 3 milles = 1 pouce / *Scale: 3 miles = 1 inch.*

# BIBLIOGRAPHIE/ BIBLIOGRAPHY

L'astérisque à la suite d'un millésime de publication signale l'existence d'une traduction
*The asterisk following a publication date indicates the existence of a translation.*


BELL, L.V.
1933* *Gneiss granitiques dans la région de Foch, Abitibi*; ministère des Mines, Québec; rapport annuel 1932, partie B, pages 111-124.

BELL, R.
1889 *Compte-rendu sommaire sur l'exploration de la région du lac Timiskaming*; Commission géologique de Canada; rapport sommaire 1887-1088, rapport annuel volume 3, partie A, pages 27-32.

1896 *Compte-rendu d'une exploration sur la rivière Nottaway*; Commission géologique du Canada, rapport sommaire 1895, rapport annuel volume 8, partie A. pages 84-96.

CHAGNON, J.Y.
1965 *The geology of the Dea Quinze Lake-Barrière Lake area; comté de Témiscamingue, Québec*; thèse de doctorat, université McGill, Montréal.

1965* *Géologie de la région de Membré-Chalifoux, comtés de Pontiac, Rouyn-Noranda et Témiscamingue*; ministère des Richesses naturelles, Québec, rapport préliminaire 542.

COOKE, H.C.
1930 *Studies of the physiography of the Canadian Shield, part II; glacial depression and post glacial uplifts*, Royal Society of Canada, Transactions, 3rd Series, volume 24, Section IV, pages 51-87.

DEER, W.A. - HOWIE, R.A. - ZUSSMAN, M.A.
1963 *Rock-forming Minerals*; Longmans, London, volume 1 to volume 5.

DELAND, A.N.
1956 *The boundary between the Timiskaming and Grenville sub-provinces in the Surprise Lake Area, Québec*; Geological association of Canada, Proceedings, volume 8, part 1, pages 127-141.

DE LA RÜE, E.A.
1941* *Observations géologiques le long de la route Mont-Laurier-Senneterre*; ministère des Richesses naturelles, Québec; rapport préliminaire 163, carte 526.

DENIS, B.T.
1935* *Région de Sabourin, comté de Témiscamingue*; carte no 315, Service des Mines, Québec, rapport annuel, partie C, pages 3-20.

FREEMAN, P.V.
1957 *Région de Béraud-Mazérac*; ministère des Richesses naturelles, Québec; rapport préliminaire 340.

FYFE, W.S. - TURNER, F.J. - VERHOOGEN, J.
1958 *Metamorphic reactions and metamorphic facies*; Geological Society of America, Memoir 73, 259 pages.

GILLIES, N.B.
1951 *The Geology of the Canimiti River area, Pontiac County, Québec*; thèse de doctorat, université McGill, Montréal, 263 pages.

1952* *Région de la rivière Canimiti, comté de Pontiac*; ministère des Mines, Québec, rapport géologique 52, 52 pages.

JOHNSTON, W.G.Q.
1959 *Lower Precambrian rocks of the Timiskaming region, Québec and Ontario, Canada*; Geological Society of America, Bulletin, volume 70, pages 935-938.

LAURIN, A.F.
1958* *Région de Beaumouchel-Houdet, district électoral de Pontiac*; ministère des Richesses naturelles, Québec; rapport préliminaire 367.

1959* *Région de Gaillard-Lorrain, district électoral de Pontiac*; ministère des Richesses naturelles, Québec, rapport préliminaire 386.

LOWTHER, G.K.
1935* *Région de Villebon-Denain, comtés d'Abitibi, de Témiscamingue et de Pontiac*; Service des Mines, Québec, rapport annuel 1935, partie C, pages 45-60.

MOORHOUSE, W.W.
1959 *The study of rocks in thin section*; Harper & Brothers, New-York, 514 pages.

NEALE, E.R.W.
1959* *Région de Dollier-Charron, districts électoraux d'Abitibi-est et de Roberval*; ministère des Richesses naturelles, Québec; rapport géologique 82.

NORMAN, G.W.H.
1940 *Thrust faulting of Grenville gneisses northwestward against the Mistassini series of Mistassini Lake, Québec*; Journal of Geology, volume 48, pages 512-525.

1944 *Région de la Motte, comté d'Abitibi, Québec*; commission géologique du Canada, brochure 44-9.

NORMAN, G.W.H.- DAWSON, K.R.
1947 *Carte préliminaire de Haig, comté d'Abitibi, Québec*; commission géologique du Canada, article 47-3.

NORMAN, G.W.H. - TIPHANE,M.
1947 *Carte préliminaire de Pershing, comté d'Abitibi, Québec*; commission géologique du Canada, article 47-7.

OSBORNE, F.F. - MORIN, M.
1962 *Tectonics of part of the Grenville subprovince in Québec, in "The Tectonics of the Canadian Shield"*; Royal Society of Canada, Special Publications no.4, edited by J.S. Stevenson, University of Toronto Press, pages 118-143.

PHEMISTER, T.C.
1960 *The nature of the contact between the Grenville and Temiskaming subprovinces in the Sudbury district of Ontario, Canada*; Report of 21st session, International geological congress, part XIV, pages 108-119.

RAGUIN, E.
1957 *Géologie du granite*; Masson et Cie, Editeurs, Paris, 275 pages.

RETTY, J.A.
1934 *La région du Haut-Gatineau et ses environs*; service des Mines, Québec, rapport annuel 1933, partie D, pages 147-168.

ROBERT, J.L.
1963 *Géologie de la région du lac Kipawa, comté de Témiscamingue*; ministère des Richesses naturelles, Québec; rapport préliminaire 502.

SNELLING, N.J.
1962 *Potassium-Argon dating of rocks north and south of the Grenville Front in the Val-d'Or Region, Québec*; Geological Survey of Canada, Bulletin 85, 27 pages.

TIPHANE, M. - DAWSON,K.R.
1950 *Région de la carte de Villebon, Québec*; commission géologique du Canada, carte 998 A.

TURNER, F.J. - WEISS, L.E.
1963 *Structural Analysis of Metamorphic Tectonites*; McGraw-Hill Book Co., Inc. New-York, 545 pages.

WAHL, W.G. - OSBORNE, F.F.
1950* *Région de Cawatose, comté de Pontiac;* ministère des Mines, Québec, rapport géologique 44, 42 pages.

WILSON, M.E.
1913* *Kevagama Lake Map-Area, Pontiac, Québec;* commission géologique du Canada, mémoire 39.

1919* *Le comté de Témiscamingue, Québec;* commission géologique du Canada, memoire 103, Carte no 145 A, 177 pages.

1956 *Early Precambrian rocks of the Timiskaming Region, Québec and Ontario, Canada;* Geological Society of America, Bulletin, volume 67, pages 1397-1430.

1959 *Have the sediments of the Cobalt Series near the south end of Lake Timiskaming been deformed into mountains?;* Geological Society of America, bulletin, volume 70, pages 939-940.

WINCHELL, A.N. - WINCHELL, H.
1956 *Elements of Optical Mineralogy, Part II, Description of Minerals;* 4th edition, John Wiley & Sons, Inc. New-York, 551 pages.

PRÉPARÉ PAR LE SERVICE DE RÉVISION TECHNIQUE POUR
L'ÉDITEUR OFFICIEL DU QUÉBEC

PREPARED BY THE TECHNICAL REVISION SERVICE FOR
THE QUÉBEC OFFICIAL PUBLISHER